



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : **Confirmation No. 6318**
Shotaro NISHIMURA et al. : Docket No. 2004_0595A
Serial No. 10/824,347 : Group Art Unit 2821
Filed April 15, 2004 :

RADIO ANTENNA APPARATUS PROVIDED
WITH CONTROLLER FOR CONTROLLING SAR
AND RADIO COMMUNICATION APPARATUS
USING THE SAME RADIO ANTENNA APPARATUS

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. P2003-113884, filed April 18, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Shotaro NISHIMURA et al.

By 

Michael S. Huppert
Registration No. 40,268
Attorney for Applicants

MSH/kjf
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
August 9, 2004

BEST AVAILABLE COPY

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 4 月 1 8 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 1 3 8 8 4

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 1 3 8 8 4]

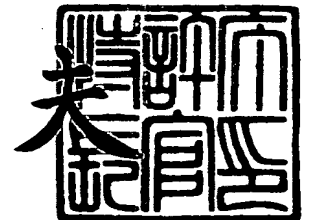
出 願 人
Applicant(s): 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 2 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2022040327

【提出日】 平成15年 4月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01Q 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内

【氏名】 西村 章太郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山本 温

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 小川 晃一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100098280

【弁理士】

【氏名又は名称】 石野 正弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 163028

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602660

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線用アンテナ装置及びそれを用いた無線通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線信号を送受信する無線通信回路に接続されたアンテナを備えた無線用アンテナ装置において、

上記無線用アンテナ装置の無線通信装置を使用する人体と、上記無線通信装置の筐体との間に設けられた無給電素子と、

上記無給電素子と上記筐体の接地との間に接続された負荷インピーダンス素子とを備え、

上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率（SAR）を所定値以下となるように設定し又は制御することを特徴とする無線用アンテナ装置。

【請求項 2】 第 1 と第 2 のアンテナを備えた無線用アンテナ装置において、

上記第 2 のアンテナは、上記無線用アンテナ装置の無線通信装置を使用する人体と、上記無線通信装置の筐体との間に設けられ、

上記第 1 のアンテナが無線信号を送受信する無線通信回路に接続されるとき、上記第 2 のアンテナを上記負荷インピーダンス素子を介して上記筐体の接地に接続する一方、上記第 2 のアンテナが無線信号を送受信する無線通信回路に接続されるとき、上記第 1 のアンテナを上記負荷インピーダンス素子を介して上記筐体の接地に接続するように切り換える切り換え手段を備え、

上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率（SAR）を所定値以下となるように設定し又は制御することを特徴とする無線用アンテナ装置。

【請求項 3】 上記負荷インピーダンス素子は、互いに異なる素子値を有する複数のインピーダンス素子と、上記複数のインピーダンス素子のうちの 1 つを選択的に切り換えることにより上記負荷インピーダンス素子の素子値を変化させ

るスイッチ手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 4】 上記負荷インピーダンス素子は、素子値を変化することが可能なインピーダンス素子を備え、上記素子値を変化することが可能なインピーダンス素子の素子値を変化させることにより上記負荷インピーダンス素子の素子値を変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 5】 上記負荷インピーダンス素子は、可変容量ダイオードを含むインピーダンス回路を備え、上記可変容量ダイオードに印加する逆バイアス電圧を変化させて上記インピーダンス回路のインピーダンス値を変化させることにより上記負荷インピーダンス素子の素子値を変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 6】 上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサをさらに備え、

上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 7】 上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサと、

上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの体温を測定する温度センサとをさらに備え、

上記温度センサにより測定された体温が所定値以上であり、上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 8】 上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサと、

上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの応力を測定するタッチセンサ

とをさらに備え、

上記タッチセンサにより測定された応力が所定値以上であり、上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 9】 上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサと、

上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの応力を測定するタッチセンサと、

上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの応力を測定するタッチセンサとをさらに備え、

上記温度センサにより測定された体温が所定値以上であり、上記タッチセンサにより測定された応力が所定値以上であり、上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 10】 上記無線通信装置の送信時において、当該無線通信回路の送信周波数に基づいて、上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率（SAR）を所定値以下となるように設定し又は制御することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 11】 上記アンテナはモノポールアンテナ又はヘリカルアンテナであり、上記無給電素子は導体板であることを特徴とする、請求項 2 及び請求項 2 に従属する請求項を除く請求項 1 乃至 10 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 12】 上記第 1 のアンテナはモノポールアンテナ又はヘリカルアンテナであり、上記第 2 のアンテナは平面アンテナ又は逆 F 型アンテナであるこ

とを特徴とする、請求項 1 に従属する請求項を除く請求項 2 乃至 10 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置。

【請求項 13】 請求項 2 及び請求項 2 に従属する請求項を除く請求項 1 乃至 12 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置と、

上記アンテナに接続され、無線信号を送受信する無線通信回路とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 14】 請求項 1 に従属する請求項を除く請求項 2 乃至 12 のうちのいずれか 1 つに記載の無線用アンテナ装置と、

上記アンテナに接続され、無線信号を送受信する無線通信回路とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線用アンテナ装置、及びそれを用いた、携帯電話機や自動車電話機などの無線通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、携帯電話機や自動車電話機等の無線通信装置が急速に普及している。これらの無線通信装置は年々小型化が進んでいる。その小型化によりアンテナからの電波の放射以外にも、無線通信装置の無線通信装置筐体からも電波が放射される。すなわち、無線通信装置全体で電磁波が放射される。

【0003】

アンテナ及び無線通信装置から放射された電磁波の一部は人体に吸収される。放出された電波のうち、人体が電磁波を吸収する電力量の比率を比吸収率（以下、SAR (Specific Absorption rate) という。）で表す。ここ数年間、SAR の値を抑制するガイドラインも作成され、SAR 値を所定の規定値以下にすることが義務付けられている（例えば、非特許文献 1 参照）。例えば、携帯電話機は通話時に頭部に近接して用いられるために頭部の電波の吸収が大きい。特に、その筐体は、人間の耳又は頬と接するために、SAR が最も大きくなる恐れがある

【0004】

図23は従来技術に係る無線用アンテナを備えた無線通信装置を人体の頭部に支持したときの正面図であり、図24は図23の無線通信装置の外観を示す斜視図である。

【0005】

図23及び図24に図示した無線通信装置は、直方体形状の筐体111の上部から上方方向にホイップアンテナ112が延在するように設けられ、ホイップアンテナ112側の裏面とは反対の前面（ユーザの顔面に対向する面）に対して平行となるように、筐体111に接続された導体板113が設けられている。上記筐体111に導体板113を接続することにより、当該無線通信装置からの矢印113Aや113Bで示される放射方向の電磁波のうち、人体方向への電磁波を遮蔽することができ、当該電波によるSARを軽減している（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開2001-308622号公報。

【非特許文献1】

Niels Kuster et al., "Energy Absorption Mechanism by Biological Bodies in the Near Field of Dipole Antennas Above 300MHz", IEEE Transactions on Vehicular technology, Vol. 41, No.1, pp.17-23, February 1992.

【非特許文献2】

社団法人電波産業会（Association of Radio Industries and Business in Japan）発行，「携帯型無線端末の比吸収率測定法の標準規格」，ARIB STB-T56 Ver.2.0，2002年1月24日改定。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来技術に係る導体板113はその形状に制限があり、無線通信装置から放射されるすべての電波を遮蔽することはできなかった。従って、一

部の電波を遮蔽するだけでは、SAR低減の効果は十分とは言えない。

【0008】

本発明の目的は以上の問題点を解決し、きわめて簡単な構造で、無線通信装置から放射される電波を、従来技術に比較して実質的にほとんどの電波を人体に対して遮蔽することができ、SARを大幅に低減できる無線用アンテナ装置及びそれを用いた無線通信装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

第1の発明に係る無線用アンテナ装置は、無線信号を送受信する無線通信回路に接続されたアンテナを備えた無線用アンテナ装置において、

上記無線用アンテナ装置の無線通信装置を使用する人体と、上記無線通信装置の筐体との間に設けられた無給電素子と、

上記無給電素子と上記筐体の接地との間に接続された負荷インピーダンス素子とを備え、

上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率(SAR)を所定値以下となるように設定し又は制御することを特徴とする。

【0010】

また、第2の発明に係る無線用アンテナ装置は、第1と第2のアンテナを備えた無線用アンテナ装置において、

上記第2のアンテナは、上記無線用アンテナ装置の無線通信装置を使用する人体と、上記無線通信装置の筐体との間に設けられ、

上記第1のアンテナが無線信号を送受信する無線通信回路に接続されるとき、上記第2のアンテナを上記負荷インピーダンス素子を介して上記筐体の接地に接続する一方、上記第2のアンテナが無線信号を送受信する無線通信回路に接続されるとき、上記第1のアンテナを上記負荷インピーダンス素子を介して上記筐体の接地に接続するように切り換える切り換え手段を備え、

上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下とな

るように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率（SAR）を所定値以下となるように設定し又は制御することを特徴とする。

【0011】

上記無線用アンテナ装置において、上記負荷インピーダンス素子は、互いに異なる素子値を有する複数のインピーダンス素子と、上記複数のインピーダンス素子のうちの1つを選択的に切り換えることにより上記負荷インピーダンス素子の素子値を変化させるスイッチ手段とを備えたことを特徴とする。もしくは、上記無線用アンテナ装置において、上記負荷インピーダンス素子は、素子値を変化することが可能なインピーダンス素子を備え、上記素子値を変化することが可能なインピーダンス素子の素子値を変化させることにより上記負荷インピーダンス素子の素子値を変化させることを特徴とする。とって代わって、上記無線用アンテナ装置において、上記負荷インピーダンス素子は、可変容量ダイオードを含むインピーダンス回路を備え、上記可変容量ダイオードに印加する逆バイアス電圧を変化させて上記インピーダンス回路のインピーダンス値を変化させることにより上記負荷インピーダンス素子の素子値を変化させることを特徴とする。

【0012】

また、上記無線用アンテナ装置において、上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサをさらに備え、上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする。もしくは、上記無線用アンテナ装置において、上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサと、上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの体温を測定する温度センサとをさらに備え、上記温度センサにより測定された体温が所定値以上であり、上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする。とって代わって、上記無線用アンテナ

装置において、上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサと、上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの応力を測定するタッチセンサとをさらに備え、上記タッチセンサにより測定された応力が所定値以上であり、上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする。さらにあって代わって、上記無線用アンテナ装置において、上記無線通信装置の筐体に人体が近接したことを検出する人体近接感知センサと、上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの応力を測定するタッチセンサと、上記無線通信装置の筐体に人体が接触したときの応力を測定するタッチセンサとをさらに備え、上記温度センサにより測定された体温が所定値以上であり、上記タッチセンサにより測定された応力が所定値以上であり、上記人体近接感知センサにより人体が上記無線通信装置に近接したことを検出しかつ上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することを特徴とする。

【0013】

上記無線用アンテナ装置において、上記無線通信装置の送信時において、当該無線通信回路の送信周波数に基づいて、上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率（SAR）を所定値以下となるように設定し又は制御することを特徴とする。

【0014】

さらに、上記無線用アンテナ装置において、上記アンテナはモノポールアンテナ又はヘリカルアンテナであり、上記無給電素子は導体板であることを特徴とする。もしくは、上記無線用アンテナ装置において、上記第1のアンテナはモノポールアンテナ又はヘリカルアンテナであり、上記第2のアンテナは平面アンテナ又は逆F型アンテナであることを特徴とする。

【0015】

さらに、第3の発明に係る無線通信装置は、上記無線用アンテナ装置と、上記

アンテナに接続され、無線信号を送受信する無線通信回路とを備えたことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について説明する。以下の実施形態において同様の構成要素については同一の符号を付している。

【0017】

<第1の実施形態>

図1は本発明に係る第1の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【0018】

図1において、無線通信装置の筐体11内に設けられる無線通信回路15は、無線送信機回路17と、無線受信機回路18と、1つの(1/4)波長ホイップアンテナ12を2つの回路17、18で共用するためのサーキュレータ16とを備えて構成される。ここで、無線送信機回路17は、入力される音声信号やデータ信号に対して変調、高域周波数変換、電力増幅などの処理を実行して、無線送信信号を発生し、当該無線送信信号は、サーキュレータ16、給電ケーブル25及び給電点Qを介してホイップアンテナ12に出力され、当該無線送信信号の電波がホイップアンテナ12から放射される。また、ホイップアンテナ12で受信された無線受信信号は給電点Q、給電ケーブル25及びサーキュレータ16を介して無線受信機回路18に入力されて、低雑音増幅、低域周波数変換、復調などの処理がなされる。

【0019】

一方、当該筐体11内において、無給電素子13及び負荷インピーダンス素子14が設けられる。ここで、無給電素子13は例えば矩形の平板導体板であって、筐体11の前面(ユーザである人間の頭部に対応する面)に対して例えば平行であって筐体11と電磁的に結合するように近接して設けられる。当該無給電素子13は、負荷インピーダンス素子14に接続されるとともに、当該負荷インピーダンス素子14を介して筐体11に接続されて接地される。

【0020】

図2は実験測定アンテナである半波長ダイポールアンテナ20から放射される電波の近傍電磁界において半波長ダイポールアンテナ20の長手方向の位置に対する、正規化された磁界の二乗値と、正規化された比吸収率(SAR)の関係を示したグラフである。図2において、無線送信機回路17からの送信信号は、2本のアンテナ素子21, 22からなる半波長ダイポールアンテナ20に給電され、そのときの近傍磁界を磁界プローブを用いて検出するとともに、近傍電界を電界プローブを用いて公知の電界プローブ法(例えば、非特許文献2参照)を用いて測定し、次式を用いて計算することにより測定したものである。

【0021】

【数1】

$$SAR = \sigma \frac{E^2}{\rho}$$

【0022】

ここで、SARの単位はW/kgであり、 σ は人体組織(誘電体)の導電率であり、Eは人体への電界強度であり、 ρ は人体組織(誘電体)の比重である。

【0023】

図2から明らかなように、近傍磁界の二乗値 H^2 とSARは、ほぼ同一の分布になることが分かる。これより、近傍磁界の二乗値 H^2 とSARは互いに比例することが分かる。また、近傍磁界Hは公知の通りアンテナ電流に比例するので、電流の二乗値はSARに比例する。すなわち、電流の分布を変化させることにより、SARを変化させることが可能になる。

【0024】

ところで、ホイップアンテナ12から電波を放射している場合、当該無線通信装置の筐体11には例えば、図3に示すように、筐体11の上部の給電点Qに向かって筐体電流が流れている。そこで、本発明者らは、無線通信装置の筐体11に流れる電流を下げ、あるいは、電流分布を分散させ、局所的な最大値を下げることによりSARを下げることを以下の方法で行うことを発明した。無線通信装置の筐体11に流れる電流を変化させるために、図1に示すように、無線通信装

置に無給電素子 13 を設けている。無給電素子 13 は、負荷インピーダンス素子 14 を介して筐体 11 に接続されて接地されており、この負荷インピーダンス素子 14 のインピーダンス値を変化させることにより、筐体 11 を流れる電流値を変化させる。これにより、筐体 11 に流れる電流分布が局所的に大きくなることを抑え、SAR を低減させることができる。

【0025】

図 3 は第 1 の実施形態に係る送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ の無線通信装置モデルの斜視図であり、図 4 は図 3 の無線通信装置モデルの給電点 Q 付近において発生する電流を示す断面図である。

【0026】

図 3 において、ホイップアンテナ 12 は、筐体 11 の上面の手前角部（裏面に近接した側）から上方に延在するように設けられ、当該角部において給電点 Q を有する。また、遮蔽用の矩形導体板である無給電素子 13 は、筐体 11 の前面の上部に対して対向しかつ近接して設けられ、当該無給電素子 13 の上辺の一点から負荷インピーダンス素子 14 を介して筐体 11 の前面上部に接続されるとともに、当該無給電素子 13 の上辺の別の一点から短絡線 19 を介して筐体 11 の前面上部に接続されて接地されている。

【0027】

図 3 の無線通信装置モデルの実施例において、ホイップアンテナ 12 はモノポールアンテナであって、全長 83 mm の金属線により構成されている。また、無給電素子 13 は 35 mm × 60 mm の金属平板にてなり、短絡線 19 により筐体 11 に短絡されて接地されている。この実施例は、900 MHz 用の携帯電話機のためのモデルである。SAR は、放射源との距離が遠くなると急激に小さくなる。逆に人体と接するところでは、大きくなり、電流密度が最大とならない場合でも SAR が最大となることもある。ここで、この実施例では、通話時に人体の頬に接する点を A 点（図 3 参照）についても電流値を調べる。なお、給電点 Q における筐体電流及び給電電流は図 4 に示すように流れる。

【0028】

図 5 は送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ の送信信号の送信時において、図 3 の無給

電素子 13 に接続されている負荷インピーダンス素子 14 のリアクタンス値 X を変化したときの無線通信装置の筐体 11 に流れる最大電流値を示すグラフである。

【0029】

図 5 において、リアクタンス値 X を $-200 \sim 200 \Omega$ まで変化させた場合、図 5 から明らかなように、リアクタンス値 X が 0Ω で最大電流値は最大となり、 0Ω から離れるにつれ、電流最大値は低下していく。このとき、最大電流値を 10 mA 以下にするにはリアクタンス値 X が $X < -25 \Omega$ 、又は $X > 20 \Omega$ にすればよいことがわかる。

【0030】

図 6 は送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ の送信信号の送信時において、図 3 の無給電素子 13 に接続されている負荷インピーダンス素子 14 のリアクタンス値 X を変化したときの無線通信装置の筐体 11 上の A 点で流れる電流値を示すグラフである。図 6 のグラフでは、図 3 における通話時に頬に接する筐体 11 上の A 点での電流の変化を示しており、このとき、A 点の電流値を例えば 2 mA (しきい値) 以下にするようにするためには、リアクタンス値 X を $5 \Omega < X < 50 \Omega$ にするようにすればよい。図 5 及び図 6 から明らかなように、リアクタンス値 X を $20 \sim 50 \Omega$ にすれば、最大電流値と、図 3 の A 点における局所的な電流が小さくなり、SAR を全体的に小さく抑えて所定値以下にすることができる。

【0031】

以上の実施形態においては、矩形形状の平板導体にてなる無給電素子 13 を用いたが、本発明はこれに限らず、無給電素子として、線状導体や、矩形形状の平板導体に対してスリットを形成してなる導体板などを用いてもよく、これにより、上記の無給電素子 13 と同様の作用効果を得ることができる。

【0032】

図 7 (a) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 1 の実施例である負荷インピーダンス素子 14 a の構成を示す回路図であり、図 7 (b) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 2 の実施例である負荷インピーダンス素子 14 b の構成を示す回路図であり、図 7 (c) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 3

の実施例である負荷インピーダンス素子 14 c の構成を示す回路図であり、図 7 (d) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 4 の実施例である負荷インピーダンス素子 14 d の構成を示す回路図である。すなわち、図 1 又は図 3 の負荷インピーダンス素子 14 は、図 7 (a) 乃至図 7 (d) に示す負荷インピーダンス素子 14 a, 14 b, 14 c, 14 d であってもよい。

【0033】

ここで、リアクタンス値 X を正に設定するときは、図 6 (a) に示すように、図 1 の無給電素子 13 に接続される端子 T1 と、筐体接地との間に、接地に対して直列接続されたインダクタ L_1 により負荷インピーダンス素子 14 a を構成して挿入する。また、リアクタンス値 X を負に設定するときは、図 6 (b) に示すように、図 1 の無給電素子 13 に接続される端子 T1 と、筐体接地との間に、接地に対して直列接続されたキャパシタ C_1 により負荷インピーダンス素子 14 b を構成して挿入する。さらに、図 6 (c) に示すように、図 1 の無給電素子 13 に接続される端子 T1 と、筐体接地との間に、キャパシタ C_2 とインダクタ L_2 の直列回路により負荷インピーダンス素子 14 c を構成して挿入する。またさらに、図 6 (d) に示すように、図 1 の無給電素子 13 に接続される端子 T1 と、筐体接地との間に、キャパシタ C_3 とインダクタ L_3 の並列回路により負荷インピーダンス素子 14 d を構成して挿入する。ここで、これらのインダクタ L_1 , L_2 , L_3 は、例えばチップインダクタ、もしくは例えばメアング形状の導体線などで構成することができる。また、これらのキャパシタ C_1 , C_2 , C_3 はチップキャパシタ、もしくは平行平板キャパシタや MIM キャパシタなどで構成することができる。前者のチップインダクタやチップキャパシタを用いることにより、無線通信装置を大幅に小型化できる。

【0034】

また、負荷インピーダンス素子 14 として、接地側の一端が短絡又は開放である分布定数線路である、例えば同軸線路の分布定数線路を用いることもできる。このときもその終端条件や線路長に依存してインピーダンスを変更して設定することができ、図 7 (a) 乃至 (d) の各負荷インピーダンス素子 14 a 乃至 14 d と同様にリアクタンス値 X を変更するなどの同様な効果を得ることができる。

さらに、分布定数線路として、同軸線路の代わりにマイクロストリップ線路を用いてもよい。この場合、携帯電話機などの無線通信装置の基板上に形成することができる。このように構成することにより、無線通信装置の部品数の削減と、小型薄型化を実現できるという特有の効果がある。

【0035】

<第2の実施形態>

図8は本発明に係る第2の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。図8に示すように、第2の実施形態に係る無線通信装置は、筐体11の上部から上方に延在するホイップアンテナ12と、筐体11内に設けられた平面アンテナ23とを備え、これら2つのアンテナ12、23は空間ダイバーシチを構成している。

【0036】

図8において、筐体11内において、平面アンテナ23及び2個の負荷インピーダンス素子31、41が設けられる。ここで、平面アンテナ23は例えば矩形の平板導体板であって、筐体11の前面（ユーザである人間の頭部に対応する面）に対して例えば平行であって筐体11と電磁的に結合するように近接して設けられる。

【0037】

図8の無線通信装置において、スイッチ30が接点a側に切り換えられたとき、無線通信装置の筐体11内に設けられる無線通信回路15からの無線送信信号は、スイッチ30の接点a側、給電ケーブル25及び給電点Qを介して（1/4）波長ホイップアンテナ12に出力された後、無線送信信号の電波がホイップアンテナ12から放射される。ここで、給電点Qはスイッチ32及び負荷インピーダンス素子31を介して筐体11に対して接地される。また、スイッチ30が接点b側に切り換えられたとき、無線通信回路15からの無線送信信号は、スイッチ30の接点b側を介して平面アンテナ23に出力された後、無線送信信号の電波が当該平面アンテナ23から放射される。ここで、平面アンテナ23はスイッチ42及び負荷インピーダンス素子41を介して筐体11に対して接地される。

【0038】

以上のように構成された無線通信装置において、例えばホイップアンテナ 12 で受信された受信信号の強度が平面アンテナ 23 で受信された受信信号の強度よりも大きい場合は、スイッチ 30 は接点 a 側に切り換えられて、ホイップアンテナ 12 を用いて無線信号を送受信する。このとき、スイッチ 32 をオフとし、スイッチ 42 をオンとすることにより、平面アンテナ 23 は無線通信回路 15 から電氣的に切り離されるとともに、スイッチ 42 及び負荷インピーダンス素子 41 を介して接地される。この場合において、平面アンテナ 23 は第 1 の実施形態に係る無給電素子 13 と同様に動作し、負荷インピーダンス素子 41 のリアクタンス値 X を、第 1 の実施形態と同様に、当該無線通信装置の筐体 11 に流れる電流を小さくし、当該筐体 11 の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SAR を大幅に低減することができる。ここで、当該無線通信装置の筐体 11 に流れる電流を実質的に最小値になるように設定して、SAR を最小値に設定することが好ましい。

【0039】

一方、例えば平面アンテナ 23 で受信された受信信号の強度がホイップアンテナ 12 で受信された受信信号の強度よりも大きい場合は、スイッチ 30 は接点 b 側に切り換えられて、平面アンテナ 23 を用いて無線信号を送受信する。このとき、スイッチ 32 をオンとし、スイッチ 42 をオフとすることにより、ホイップアンテナ 12 は無線通信回路 15 から電氣的に切り離されるとともに、スイッチ 32 及び負荷インピーダンス素子 31 を介して接地される。この場合において、ホイップアンテナ 12 は第 1 の実施形態に係る無給電素子 13 と同様に動作し、負荷インピーダンス素子 31 のリアクタンス値 X を、第 1 の実施形態と同様に、当該無線通信装置の筐体 11 に流れる電流を小さくし、当該筐体 11 の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SAR を大幅に低減することができる。

【0040】

以上の第 2 の実施形態において、各負荷インピーダンス素子 31, 41 として、例えば、図 7 (a) 乃至 (d) に示す負荷インピーダンス素子 14a 乃至 14d を用いてもよい。また、負荷インピーダンス素子 31, 41 として、接地側の

一端が短絡又は開放である分布定数線路である、例えば同軸線路の分布定数線路を用いることもできる。このときもその終端条件や線路長に依存してインピーダンスを変更して設定することができ、図7 (a) 乃至 (d) の各負荷インピーダンス素子14 a乃至14 dと同様にリアクタンス値Xを変更するなどの同様な効果を得ることができる。さらに、分布定数線路として、同軸線路の代わりにマイクロストリップ線路を用いてもよい。この場合、携帯電話機などの無線通信装置の基板上に形成することができる。このように構成することにより、無線通信装置の部品数の削減と、小型薄型化を実現できるという特有の効果がある。

【0041】

以上のように構成された第2の実施形態に係る無線通信装置においては、2つのアンテナ12, 23を用いて、空間ダイバーシチ方式で無線信号を送受信することができるとともに、第1の実施形態に係る無線通信装置と同様の作用効果を有する。

【0042】

以上の実施形態においては、ホイップアンテナ12と平面アンテナ23とを備えているが、本発明はこれに限らず、平面アンテナ23はホイップアンテナや逆F型アンテナなどで構成してもよく、ホイップアンテナ12は平面アンテナ又は逆F型アンテナなどで構成してもよい。

【0043】

<第3の実施形態>

図9は本発明に係る第3の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。図9に示すように、第2の実施形態に係る無線通信装置は、筐体11の上部から上方に延在するホイップアンテナ12と、筐体11内に設けられた平面アンテナ23とを備え、これら2つのアンテナ12, 23は空間ダイバーシチを構成するとともに、図8の第2の実施形態に係る2個の負荷インピーダンス素子31, 41及び2個のスイッチ32, 42に代えて、リアクタンス値Xを変化することができる1個の負荷インピーダンス素子51及び1個の切り換えスイッチ52で構成したことを特徴としている。

【0044】

図9において、筐体11内において、平面アンテナ23及び1個の負荷インピーダンス素子51が設けられる。ここで、平面アンテナ23は例えば矩形の平板導体板であって、筐体11の前面（ユーザである人間の頭部に対応する面）に対して例えば平行であって筐体11と電磁的に結合するように近接して設けられる。

【0045】

図9の無線通信装置において、例えばホイップアンテナ12で受信された受信信号の強度が平面アンテナ23で受信された受信信号の強度よりも大きい場合は、スイッチ30が接点a側に切り換えられ、これに伴って連動して切り換えスイッチ52が接点b側に切り替えられる。このとき、無線通信装置の筐体11内に設けられる無線通信回路15からの無線送信信号は、スイッチ30の接点a側、給電ケーブル25及び給電点Qを介して（1/4）波長ホイップアンテナ12に出力された後、無線送信信号の電波がホイップアンテナ12から放射される。また、平面アンテナ23は切り換えスイッチ52の接点b側及び負荷インピーダンス素子51を介して接地される。この場合において、平面アンテナ23は第1の実施形態に係る無給電素子13と同様に動作し、負荷インピーダンス素子51のリアクタンス値Xを、第1の実施形態と同様に、当該無線通信装置の筐体11に流れる電流を小さくし、当該筐体11の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SARを大幅に低減することができる。

【0046】

一方、例えば平面アンテナ23で受信された受信信号の強度がホイップアンテナ12で受信された受信信号の強度よりも大きい場合は、スイッチ30が接点b側に切り換えられ、これに伴って連動して切り換えスイッチ52が接点a側に切り替えられる。このとき、無線通信装置の筐体11内に設けられる無線通信回路15からの無線送信信号は、スイッチ30の接点b側を介して平面アンテナ23に出力された後、無線送信信号の電波が平面アンテナ23から放射される。また、ホイップアンテナ12は切り換えスイッチ52の接点a側及び負荷インピーダンス素子51を介して接地される。この場合において、ホイップアンテナ12は第1の実施形態に係る無給電素子13と同様に動作し、負荷インピーダンス素子

51のリアクタンス値 X を、第1の実施形態と同様に、当該無線通信装置の筐体11に流れる電流を小さくし、当該筐体11の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SARを大幅に低減することができる。

【0047】

図10(a)は図9の負荷インピーダンス素子51の第1の実施例である負荷インピーダンス素子51aの構成を示す回路図であり、図10(b)は図9の負荷インピーダンス素子51の第2の実施例である負荷インピーダンス素子51bの構成を示す回路図であり、図10(c)は図9の負荷インピーダンス素子51の第3の実施例である負荷インピーダンス素子51cの構成を示す回路図であり、図10(d)は図9の負荷インピーダンス素子51の第4の実施例である負荷インピーダンス素子51dの構成を示す回路図である。すなわち、図9の負荷インピーダンス素子51は、図10(a)乃至図10(d)に示す負荷インピーダンス素子51a, 51b, 51c, 51dであってもよい。

【0048】

ここで、図10(a)に示すように、図9の切り換えスイッチ52の共通端子に接続される端子T2と、筐体接地との間に、インダクタ L_{11} 及び可変容量ダイオードD1の直列回路により負荷インピーダンス素子51aを構成して挿入する。また、図10(b)に示すように、図9の切り換えスイッチ52の共通端子に接続される端子T2と、筐体接地との間に、インダクタ L_{12} 及び可変容量ダイオードD2の並列回路により負荷インピーダンス素子51bを構成して挿入する。さらに、図10(c)に示すように、図9の切り換えスイッチ52の共通端子に接続される端子T2と、筐体接地との間に、キャパシタ C_{11} 及び可変容量ダイオードD3の並列回路により負荷インピーダンス素子51cを構成して挿入する。またさらに、図10(d)に示すように、図9の切り換えスイッチ52の共通端子に接続される端子T2と、筐体接地との間に、キャパシタ C_{12} 及び可変容量ダイオードD4の直列回路により負荷インピーダンス素子51dを構成して挿入する。

【0049】

図10(a)乃至図10(d)の各実施例において、各可変容量ダイオードD

1, D2, D3, D4 に対して印加する逆バイアス電圧を変化させることにより、各可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 の容量値を変化させることができる。これらの変化制御は、例えば、後述する図 11 のコントローラ 60 により実行することができる。従って、各可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 の容量値を変化させて、負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X を、第 1 の実施形態と同様に、当該無線通信装置の筐体 11 に流れる電流を小さくし、当該筐体 11 の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SAR を大幅に低減することができる。

【0050】

ここで、各可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 に対して印加する逆バイアス電圧の変化幅を大きくすることにより、各可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 の容量値の変化幅を大きくすることができ、負荷インピーダンス素子 51a 乃至 51d のリアクタンス値 X の変化幅も大きくすることができる。一方、各可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 に対して印加する逆バイアス電圧の変化幅を小さくすることにより、各可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 の容量値の変化幅を小さくすることができ、負荷インピーダンス素子 51a 乃至 51d のリアクタンス値 X の変化幅も小さくすることができる。

【0051】

また、負荷インピーダンス素子 51 として、接地側の一端が短絡又は開放である分布定数線路である、例えば同軸線路の分布定数線路を用いることもできる。このときもその終端条件や線路長に依存してインピーダンスを変更して設定ことができ、図 10 (a) 乃至図 10 (d) の各負荷インピーダンス素子 51a 乃至 51d と同様にリアクタンス値 X を変更するなどの同様な効果を得ることができる。さらに、分布定数線路として、同軸線路の代わりにマイクロストリップ線路を用いてもよい。この場合、携帯電話機などの無線通信装置の基板上に形成することができる。このように構成することにより、無線通信装置の部品数の削減と、小型薄型化を実現できるという特有の効果がある。

【0052】

以上のように構成された第 3 の実施形態に係る無線通信装置においては、2つ

のアンテナ 12, 23 を用いて、空間ダイバーシチ方式で無線信号を送受信することができるとともに、第 1 の実施形態に係る無線通信装置と同様の作用効果を有する。

【0053】

以上の実施形態においては、可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 を用いているが、本発明はこれに限らず、可変キャパシタ、可変インダクタなど、素子値を変化することが可能なインピーダンス素子を用いてもよい。

【0054】

<第 4 の実施形態>

図 11 は本発明に係る第 4 の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。この第 4 の実施形態に係る無線通信装置は、図 1 の第 1 の実施形態に係る無線通信装置に比較して、以下の点が異なる。

(1) 負荷インピーダンス素子 14 に代えて、リアクタンス値 X を変化することができる図 9 の負荷インピーダンス素子 51 を備えたこと。

(2) 上記負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X をコントローラ 60 により制御すること。

【0055】

ここで、負荷インピーダンス素子 51 は、例えば、図 10 に示すように、可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 を含むインピーダンス素子であって、そのリアクタンス値 X はコントローラ 60 によって制御される。コントローラ 60 は、可変容量ダイオード D1, D2, D3, D4 に印加する逆バイアス電圧（すなわち、その容量値）を、第 1 の実施形態と同様に、当該無線通信装置の筐体 11 に流れる電流を小さくなるように調整して設定することにより、筐体 11 の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SAR を大幅に低減することができる。

【0056】

図 12 は本発明に係る第 4 の実施形態の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図であり、その他の構成（筐体 11、ホイップアンテナ 12 及び無線通信回路 15）は図 11 と同様である。当該変形

例は、図 11 の第 4 の実施形態に比較して、以下の点が異なる。

(1) 負荷インピーダンス素子 51 に代えて、それぞれ互いに異なる固定のインピーダンス値 Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 を有する 4 個の負荷インピーダンス素子 71, 72, 73, 74 及び切り換えスイッチ 62 を備えたこと。

(2) コントローラ 60 に代えてコントローラ 60a を備えたこと。

【0057】

図 12 において、切り換えスイッチ 62 は 4 個の接点 a, b, c, d 及び共通端子を有し、コントローラ 60a により制御されて、その共通端子を 4 個の接点 a, b, c, d のいずれか 1 つの接点に接続する。ここで、スイッチ 62 の接点 a は負荷インピーダンス素子 71 を介して接地され、スイッチ 62 の接点 b は負荷インピーダンス素子 72 を介して接地されスイッチ 62 の接点 c は負荷インピーダンス素子 73 を介して接地されスイッチ 62 の接点 d は負荷インピーダンス素子 74 を介して接地される。

【0058】

以上のように構成された無線通信装置の回路において、切り換えスイッチ 62 を接点 a に切り換えたとき、平面アンテナ 23 は切り換えスイッチ 62 の接点 a 及び負荷インピーダンス素子 71 を介して接地される。また、切り換えスイッチ 62 を接点 b に切り換えたとき、平面アンテナ 23 は切り換えスイッチ 62 の接点 b 及び負荷インピーダンス素子 72 を介して接地される。さらに、切り換えスイッチ 62 を接点 c に切り換えたとき、平面アンテナ 23 は切り換えスイッチ 62 の接点 c 及び負荷インピーダンス素子 73 を介して接地される。またさらに、切り換えスイッチ 62 を接点 d に切り換えたとき、平面アンテナ 23 は切り換えスイッチ 62 の接点 d 及び負荷インピーダンス素子 74 を介して接地される。これらの負荷インピーダンス素子 71 乃至 74 の切り換え制御は、コントローラ 60a により、第 1 の実施形態と同様に、当該無線通信装置の筐体 11 に流れる電流を小さくなるような 1 個の負荷インピーダンス素子 (71 乃至 74 のうちの 1 つ; 実質的に最小の電流値となることが好ましい。) を選択的に切り換えることにより、筐体 11 の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SAR を大幅に低減することができる。

【0059】

図12の変形例に係る無線通信装置の回路においては、4個の負荷インピーダンス素子71乃至74を備えているが、本発明はこれに限らず、複数個の負荷インピーダンス素子を備えてもよい。

【0060】

図13は第4の実施形態に係る送信周波数 $f = 1.5 \text{ GHz}$ の無線通信装置モデルの斜視図である。この無線通信装置モデルにおいて、ホイップアンテナ12は、図3の無線通信装置モデルと同様に、筐体11の上面の手前角部（裏面に近接した側）から上方に延在するように設けられ、当該角部において給電点Qを有する。また、遮蔽用の矩形導体板である無給電素子13は、筐体11の前面の上部に対して対向しかつ近接して設けられ、当該無給電素子13の上辺の一点から負荷インピーダンス素子51を介して筐体11の前面上部に接続されるとともに、当該無給電素子13の上辺の別の一点から短絡線19を介して筐体11の前面上部に接続されて接地されている。ここで、モノポールアンテナであるホイップアンテナ12は50mmの金属線により構成され、無給電素子13は35mm×60mmの金属平板を用いた。

【0061】

図14は送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ 及び 1.5 GHz の送信信号の送信時において、図11又は図13の無給電素子13に接続されている負荷インピーダンス素子51のリアクタンス値Xを変化したときの無線通信装置の筐体11に流れる最大電流値を示すグラフである。図14から明らかなように、送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ の送信信号の送信時においては、最大電流値はリアクタンス値 $X = \text{約} -20 \Omega$ で最大となり、リアクタンス値Xが $+100 \Omega$ 以上又は -100Ω 以下で約5mA以下となっている。一方、送信周波数 $f = 1.5 \text{ GHz}$ の送信信号の送信時においては、最大電流値はリアクタンス値Xが変化しても $-230 \sim 200 \Omega$ の範囲で変化量が比較的小さく、しかも6mA以下となっており、リアクタンス値Xの設定値は $-230 \sim 200 \Omega$ のどの値でも良いことがわかる。

【0062】

図15は送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ 及び 1.5 GHz の送信信号の送信時に

において、図 11 又は図 13 の無給電素子 13 に接続されている負荷インピーダンス素子 14 のリアクタンス値 X を変化したときの無線通信装置の筐体 11 上の A 点で流れる電流値を示すグラフである。図 15 から明らかなように、送信周波数 $f = 1.5 \text{ GHz}$ の送信信号の送信時においては、A 点の電流値を最小にするリアクタンス値 X は -180Ω となっている。一方、送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ の送信信号の送信時においては、A 点の電流値はリアクタンス値 X は、リアクタンス値 X が -30Ω で最大となり、リアクタンス値 X が $+20 \Omega$ で最小となっている。このことから、送信周波数 f が変化すると、無線通信装置の筐体 11 に流れる電流が最小となるリアクタンス値 X も変化することが分かる。

【0063】

従って、多数の周波数で動作する無線通信装置において、図 11 又は図 12 に示す回路構成にすれば、送信周波数が変化したときに、コントローラ 60, 60a により負荷インピーダンス素子 51 を制御し、そのリアクタンス値 X を当該無線通信装置の筐体 11 に流れる電流値を小さくするように、より好ましくは実質的に最小値となるように設定することができる。従って、筐体 11 の前面における近傍磁界を小さくするように設定することにより、SAR を大幅に低減することができる。具体的には、例えば、動作周波数に応じて A 点の電流値が最小となるリアクタンス値 X を予め実験により求めておいてテーブルメモリに格納し、コントローラ 60, 60a は、当該無線通信装置全体を制御するコントローラ（図示せず。）からの動作周波数情報に基づいて、当該テーブルメモリを参照して負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X が実質的に A 点の最小電流値となるように制御して SAR を低減するように構成する。

【0064】

<第 5 の実施形態>

図 16 は本発明に係る第 5 の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。この第 5 の実施形態に係る無線通信装置は、図 11 の第 4 の実施形態に係る無線通信装置に比較して以下の点が異なる。

- (1) コントローラ 60 に代えてコントローラ 70 を備えた。
- (2) コントローラ 70 に人体近接感知センサ 71 を接続した。

【0065】

図16において、人体近接感知センサ71は、例えば赤外線を用いて人体が近接したか否かを検出するものであり、当該センサ71から人体に向けて赤外線を放射し、その反射波を検出することにより人体までの距離や反射波の強度に基づいて人体の近接を検出する。人体が無線通信装置の筐体11に例えば約10mm以下の距離で近接するとき、人体近接感知センサ71はその人体の近接を検出し、その検出信号をコントローラ70に出力する。コントローラ70は当該検出信号に応答して、負荷インピーダンス素子51の制御処理を開始し、負荷インピーダンス素子51のリアクタンス値 X を当該無線通信装置の筐体11のA点に流れる電流値を小さくし、SARを低減するように制御する。

【0066】

図17は本発明に係る第6の実施形態の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図である。この変形例は、図16の人体近接感知センサ71を図12の無線通信装置に適用したものである。図17において、コントローラ70aは、人体近接感知センサ71からの検出信号に応答して、負荷インピーダンス素子71乃至74を選択的に切り換えるスイッチ62の制御処理を開始し、当該無線通信装置の筐体11のA点に流れる電流値を小さくなるような1個の負荷インピーダンス素子（71乃至74のうちの1個）を選択し、これにより、当該無線通信装置の筐体11のA点に流れる電流値を小さくし、好ましくは実質的に最小値となるようにしてSARを大幅に低減する。

【0067】

図18は図16の無線通信装置からの放射パターンを測定したときの無線通信装置に対して設けたXYZ座標系の方向を示す斜視図であり、図18において、当該無線通信装置の前面（キーボード、マイクロホン、スピーカ用音孔部がある前面）に対して垂直な方向であって人体に向かう方向をX方向とし、当該前面の横方向又は水平方向をY方向とし、ホイップアンテナ12の長手方向であって上方に向かう方向をZ方向としている。

【0068】

図19は図16の無線通信装置において図16の無給電素子13に接続されて

いる負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X を変化したときの水平面（図 16 の XY 平面）の平均化利得を示すグラフである。ここで、平均化利得とは、全方位角での平均利得をいう。図 19 から明らかなように、負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X が変化すると、放射平均化利得も変化していることが分かる。当該放射平均化利得が 1 dBi よりも大きくなるリアクタンス値 X は $X > 40\ \Omega$ 又は $X < -100$ のときである。一方、図 5 の最大電流値と図 6 の局所的な A 点の電流において、リアクタンス値 X を $20 \sim 50\ \Omega$ にしたときに、最大電流値と局所電流値が小さくなる。このリアクタンス値の範囲で図 19 の平均化利得が 1 dBi よりも大きくなるのは、リアクタンス値 X が $50\ \Omega$ のときであることが分かる。

【0069】

図 20 (a) は図 16 の無線通信装置からの放射パターンを測定したときの実験結果であって XY 平面の放射パターンを示す平面図であり、図 20 (b) は当該実験結果であって YZ 平面の放射パターンを示す平面図であり、図 20 (c) は当該実験結果であって ZX 平面の放射パターンを示す平面図である。図 20 の各図において、 P_θ はアンテナの長手方向からの角度 θ に係る放射相対利得（半波長ダイポールアンテナを基準とした）の θ 成分を示し、 P_ϕ はアンテナの長手方向を含む平面上での方位角の角度 ϕ に係る放射相対利得（半波長ダイポールアンテナを基準とした）の ϕ 成分を示している。

【0070】

図 20 の放射パターンの測定時において、負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X は $50\ \Omega$ である。このとき、放射平均化利得は 1.42 dBi となり、筐体 11 の電流値は 5.7 mA となり、A 点での電流値は 2.0 mA となる。従って、リアクタンス値 X が $50\ \Omega$ のときに、本実施形態に係るアンテナは比較的大きな放射利得で強く放射し、SAR 値が比較的低くなるので、最適値であるといえる。

【0071】

また、図 16 又は図 17 の実施形態において、人体が近接していないときは負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X を放射利得が大きくなるリアク

ンス値 X にする一方、人体が近接しているときは、無線通信装置の筐体 11 に流れる電流を小さくするリアクタンス値 X にすることも可能である。例えば、人体が近接していないときは、負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X を $100\Omega \sim 200\Omega$ にする一方、人体が近接したときは、負荷インピーダンス素子 51 のリアクタンス値 X を 50Ω にする。このように制御することで、SAR の低減と放射利得の向上が可能となる。

【0072】

以上の実施形態において、当該無線通信装置全体を制御するコントローラ（図示せず。）からの通話中であることを示す通話中信号を受信しているときのみ、人体近接感知センサ 71 からの検出信号を受信して、それを考慮した負荷インピーダンス素子 51 の制御を行うようにしてもよい。

【0073】

以上の実施形態においては、人体近接感知センサ 71 を用いているが、本発明はこれに限らず、人体近接感知センサ 71 のみの誤検出を防止するために、温度センサ又はタッチセンサ、温度センサとタッチセンサの組み合わせをさらに併用することが好ましい。すなわち、温度センサにより所定のしきい値以上の体温（無線通信装置の筐体 11 に人体が接触したとき）を検出しかつ人体近接感知センサ 71 からの検出信号を受信したときのみ負荷インピーダンス素子 51 の制御を行ってもよい。また、タッチセンサにより所定のしきい値以上の応力を検出しかつ人体近接感知センサ 71 からの検出信号を受信したときのみ負荷インピーダンス素子 51 の制御を行ってもよい。さらに、温度センサにより所定のしきい値以上の体温を検出し、タッチセンサにより所定のしきい値以上の応力を検出しかつ人体近接感知センサ 71 からの検出信号を受信したときのみ負荷インピーダンス素子 51 の制御を行ってもよい。

【0074】

<他の変形例>

図 21 は本発明に係る第 1 の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図である。以上の実施形態で用いたホイップアンテナ 12 に代えて、図 21 のヘリカルアンテナ 81 を用いてもよい。

【0075】

図22は本発明に係る第2の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図である。以上の実施形態で用いたホイップアンテナ12に代えて、図22のアンテナ装置90を用いてもよい。アンテナ装置90は、ヘリカルアンテナ91と(1/4)波長ホイップアンテナ92とを電氣的絶縁部である誘電体部を介して、互いに長手方向が実質的に同一直線上で延在するように連結して構成される。無線通信回路15は給電ケーブル25を介してホイップアンテナ92との接点95に接続され、当該接点95とホイップアンテナ92との接続部が給電点Qとなる。アンテナ装置90を伸長しているとき、図22のごとく、ホイップアンテナ92が無線通信回路15に接続されて動作状態となる一方、アンテナ装置90のうちのホイップアンテナ92が筐体11内に収納部されているとき、接点95はヘリカルアンテナ91の下側一端と接続され、ヘリカルアンテナ91が無線通信回路15に接続されて動作状態となる。

【0076】

図1の実施形態においては、送信信号と受信信号の分離のために、サーキュレータ16を用いているが、本発明はこれに限らず、共用器フィルタや送受信切り換えスイッチなどを用いてもよい。

【0077】

【発明の効果】

以上詳述したように第1の発明に係る無線用アンテナ装置によれば、無線信号を送受信する無線通信回路に接続されたアンテナを備えた無線用アンテナ装置において、

上記無線用アンテナ装置の無線通信装置を使用する人体と、上記無線通信装置の筐体との間に設けられた無給電素子と、

上記無給電素子と上記筐体の接地との間に接続された負荷インピーダンス素子とを備え、

上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率(SAR)を所定値以下となるように設定し又は制御する。

従って、きわめて簡単な構造で、無線通信装置から放射される電波を、従来技術に比較して実質的にほとんどの電波を人体に対して遮蔽することができ、SARを大幅に低減できる。

【0078】

また、第2の発明に係る無線用アンテナ装置によれば、第1と第2のアンテナを備えた無線用アンテナ装置において、

上記第2のアンテナは、上記無線用アンテナ装置の無線通信装置を使用する人体と、上記無線通信装置の筐体との間に設けられ、

上記第1のアンテナが無線信号を送受信する無線通信回路に接続されるとき、上記第2のアンテナを上記負荷インピーダンス素子を介して上記筐体の接地に接続する一方、上記第2のアンテナが無線信号を送受信する無線通信回路に接続されるとき、上記第1のアンテナを上記負荷インピーダンス素子を介して上記筐体の接地に接続するように切り換える切り換え手段を備え、

上記無線通信装置の送信時において上記筐体に流れる電流値を所定値以下となるように上記負荷インピーダンス素子の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率(SAR)を所定値以下となるように設定し又は制御する。

従って、きわめて簡単な構造で、無線通信装置から放射される電波を、従来技術に比較して実質的にほとんどの電波を人体に対して遮蔽することができ、SARを大幅に低減できる

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る第1の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 半波長ダイポールアンテナ20から放射される電波の近傍電磁界において半波長ダイポールアンテナ20の長手方向の位置に対する、正規化された磁界の二乗値と、正規化された比吸収率(SAR)の関係を示したグラフである。

【図3】 第1の実施形態に係る送信周波数 $f = 900\text{MHz}$ の無線通信装置モデルの斜視図である。

【図4】 図3の無線通信装置モデルの給電点Q付近において発生する電流

を示す断面図である。

【図 5】 送信周波数 $f = 900\text{MHz}$ の送信信号の送信時において、図 3 の無給電素子 13 に接続されている負荷インピーダンス素子 14 のリアクタンス値 X を変化したときの無線通信装置の筐体 11 に流れる最大電流値を示すグラフである。

【図 6】 送信周波数 $f = 900\text{MHz}$ の送信信号の送信時において、図 3 の無給電素子 13 に接続されている負荷インピーダンス素子 14 のリアクタンス値 X を変化したときの無線通信装置の筐体 11 上の A 点で流れる電流値を示すグラフである。

【図 7】 (a) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 1 の実施例である負荷インピーダンス素子 14 a の構成を示す回路図であり、(b) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 2 の実施例である負荷インピーダンス素子 14 b の構成を示す回路図であり、(c) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 3 の実施例である負荷インピーダンス素子 14 c の構成を示す回路図であり、(d) は図 1 の負荷インピーダンス素子 14 の第 4 の実施例である負荷インピーダンス素子 14 d の構成を示す回路図である。

【図 8】 本発明に係る第 2 の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】 本発明に係る第 3 の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【図 10】 (a) は図 9 の負荷インピーダンス素子 51 の第 1 の実施例である負荷インピーダンス素子 51 a の構成を示す回路図であり、(b) は図 9 の負荷インピーダンス素子 51 の第 2 の実施例である負荷インピーダンス素子 51 b の構成を示す回路図であり、(c) は図 9 の負荷インピーダンス素子 51 の第 3 の実施例である負荷インピーダンス素子 51 c の構成を示す回路図であり、(d) は図 9 の負荷インピーダンス素子 51 の第 4 の実施例である負荷インピーダンス素子 51 d の構成を示す回路図である。

【図 11】 本発明に係る第 4 の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 2】 本発明に係る第 4 の実施形態の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図である。

【図 1 3】 第 4 の実施形態に係る送信周波数 $f = 1.5 \text{ GHz}$ の無線通信装置モデルの斜視図である。

【図 1 4】 送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ 及び 1.5 GHz の送信信号の送信時において、図 1 1 又は図 1 3 の無給電素子 1 3 に接続されている負荷インピーダンス素子 5 1 のリアクタンス値 X を変化したときの無線通信装置の筐体 1 1 に流れる最大電流値を示すグラフである。

【図 1 5】 送信周波数 $f = 900 \text{ MHz}$ 及び 1.5 GHz の送信信号の送信時において、図 1 1 又は図 1 3 の無給電素子 1 3 に接続されている負荷インピーダンス素子 1 4 のリアクタンス値 X を変化したときの無線通信装置の筐体 1 1 上の A 点で流れる電流値を示すグラフである。

【図 1 6】 本発明に係る第 5 の実施形態である無線用アンテナを備えた無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 7】 本発明に係る第 6 の実施形態の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図である。

【図 1 8】 図 1 6 の無線通信装置からの放射パターンを測定したときの無線通信装置に対して設けた XYZ 座標系の方向を示す斜視図である。

【図 1 9】 図 1 6 の無線通信装置において図 1 6 の無給電素子 1 3 に接続されている負荷インピーダンス素子 5 1 のリアクタンス値 X を変化したときの水平面の平均化利得を示すグラフである。

【図 2 0】 (a) は図 1 6 の無線通信装置からの放射パターンを測定したときの実験結果であって XY 平面の放射パターンを示す平面図であり、(b) は当該実験結果であって YZ 平面の放射パターンを示す平面図であり、(c) は当該実験結果であって ZX 平面の放射パターンを示す平面図である。

【図 2 1】 本発明に係る第 1 の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図である。

【図 2 2】 本発明に係る第 2 の変形例である無線用アンテナを備えた無線通信装置の一部の構成を示すブロック図である。

【図 2 3】 従来技術に係る無線用アンテナを備えた無線通信装置を人体の頭部に支持したときの正面図である。

【図 2 4】 図 2 3 の無線通信装置の外観を示す斜視図である。

【符号の説明】

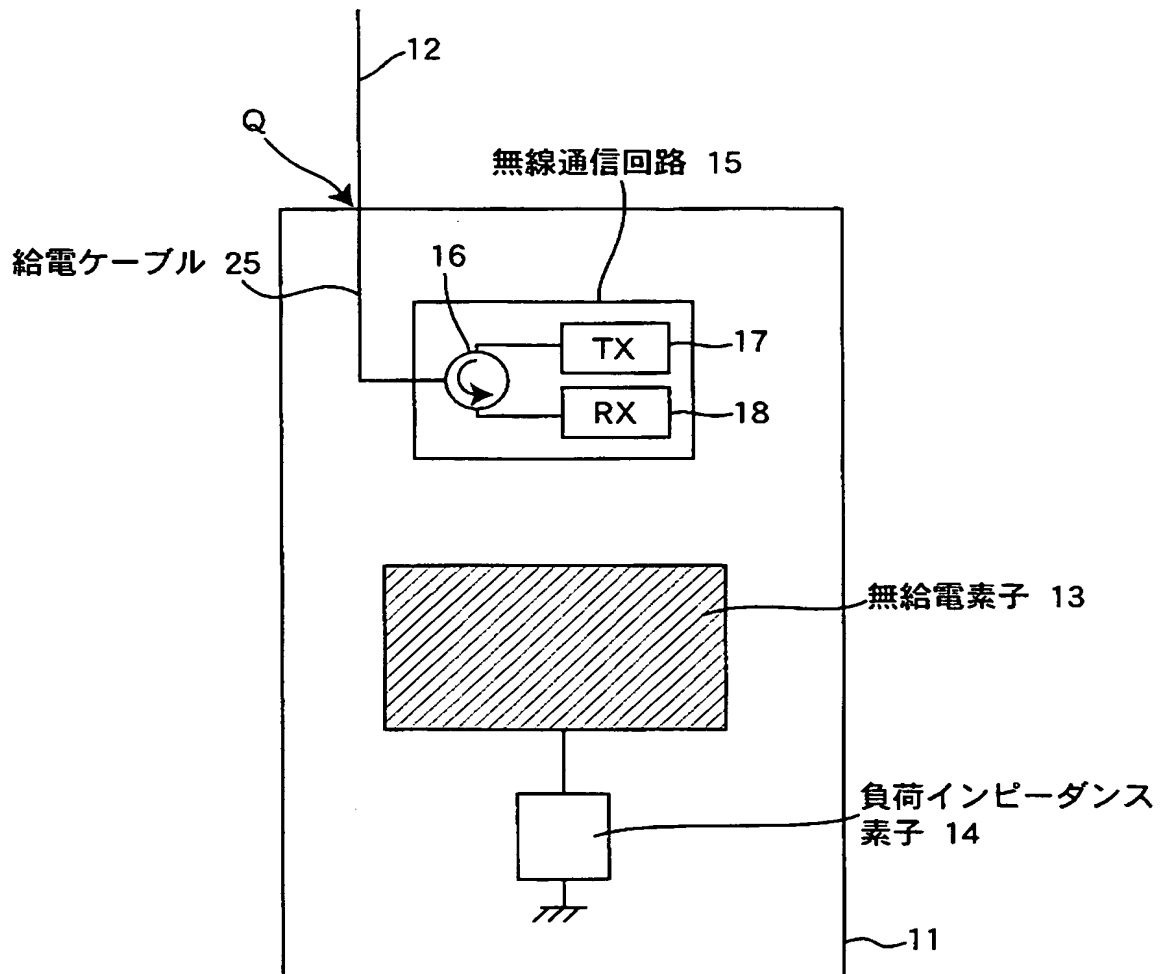
1 1…筐体、
1 2…ホイップアンテナ、
1 3…無給電素子、
1 4, 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d, 3 1, 4 1, 5 1, 5 1 a, 5 1 b, 5 1 c, 5 1 d, 5 1, 7 1, 7 2, 7 3, 7 4…負荷インピーダンス素子、
1 5…無線通信回路、
1 6…サーキュレータ、
1 7…無線送信機回路、
1 8…無線受信機回路、
1 9…短絡線、
2 0…半波長ダイポールアンテナ、
2 1, 2 2…アンテナ素子、
2 3…平面アンテナ、
2 5…給電ケーブル、
3 0, 3 2, 4 2…スイッチ、
5 2, 6 2…切り換えスイッチ、
6 0, 6 0 a, 7 0, 7 0 a…コントローラ、
7 1…人体近接感知センサ、
8 1, 9 1…ヘリカルアンテナ、
9 0…アンテナ装置、
9 2…ホイップアンテナ、
9 3…電気絶縁部、
9 5…接点、
C 1, C 2, C 3, C 1 1, C 1 2…キャパシタ、
D 1, D 2, D 3, D 4…可変容量ダイオード、

L 1, L 2, L 3, L 1 1, L 1 2…インダクタ、
Q…給電点、
T 1, T 2…端子。

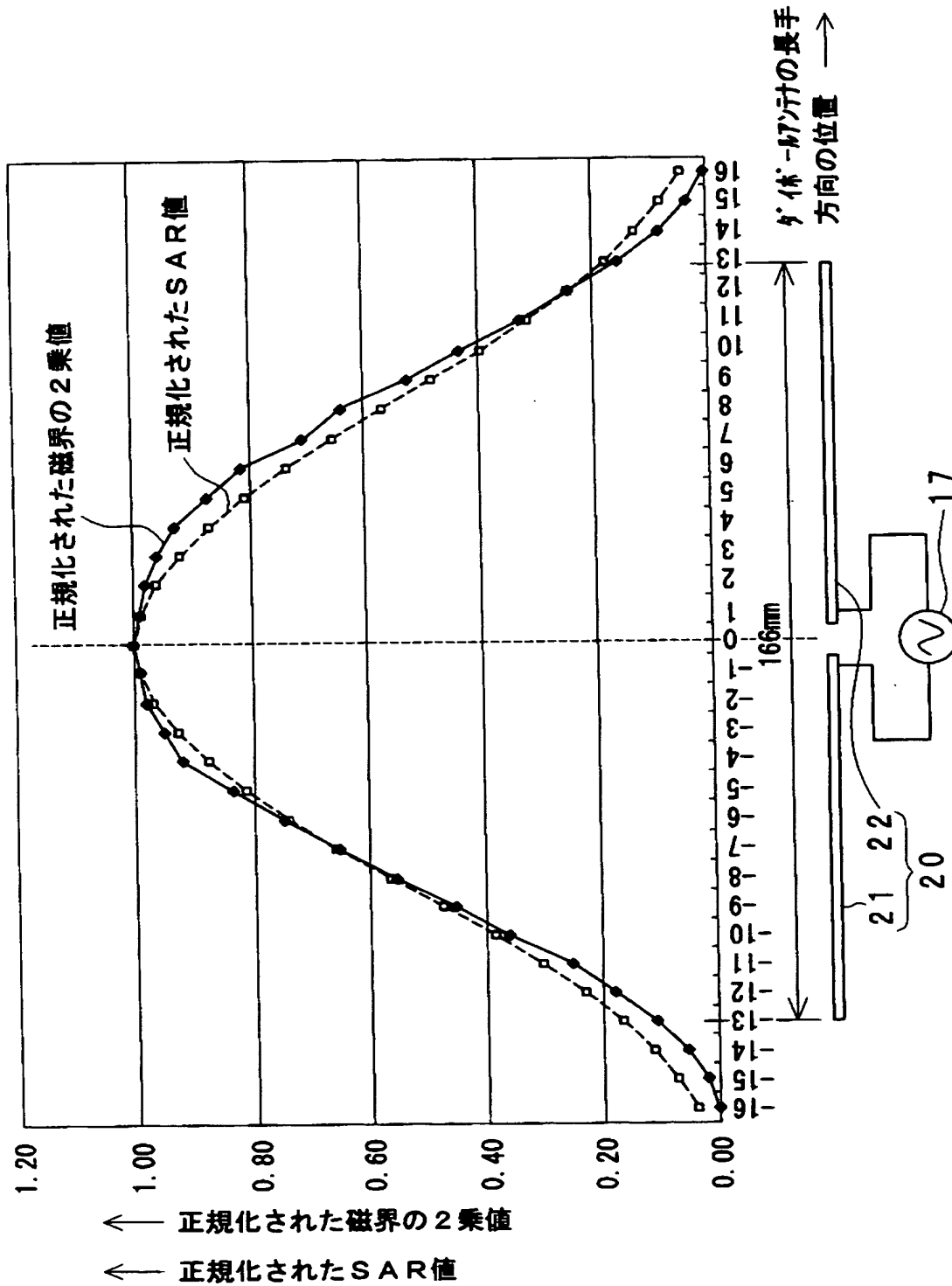
【書類名】 図面

【図 1】

第 1 の実施形態



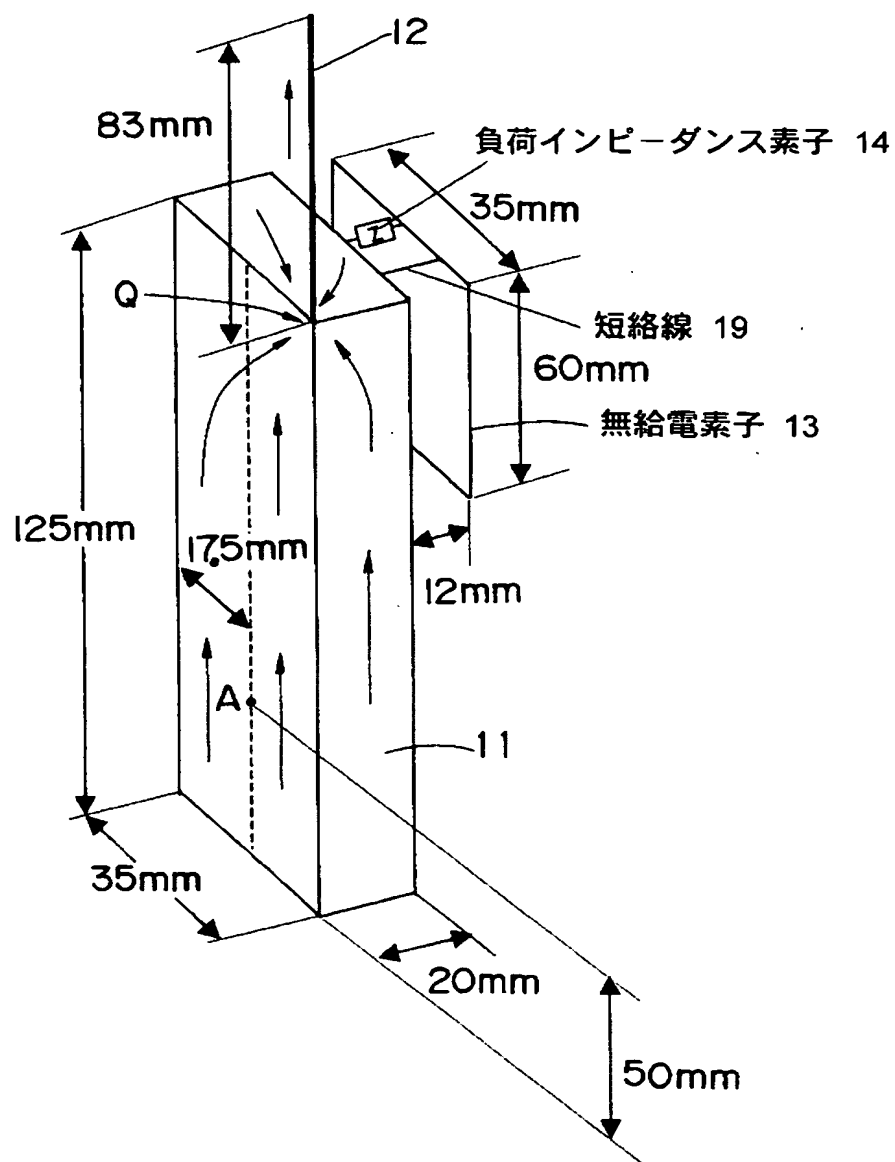
【図 2】



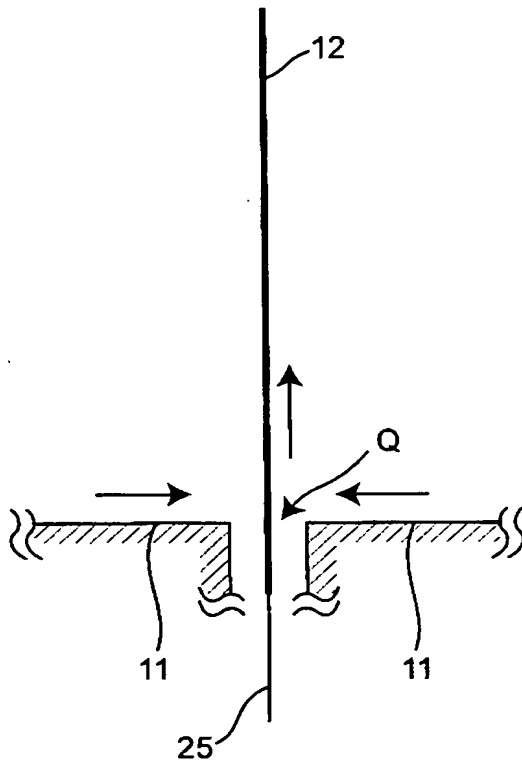
【図 3】

第1の実施形態

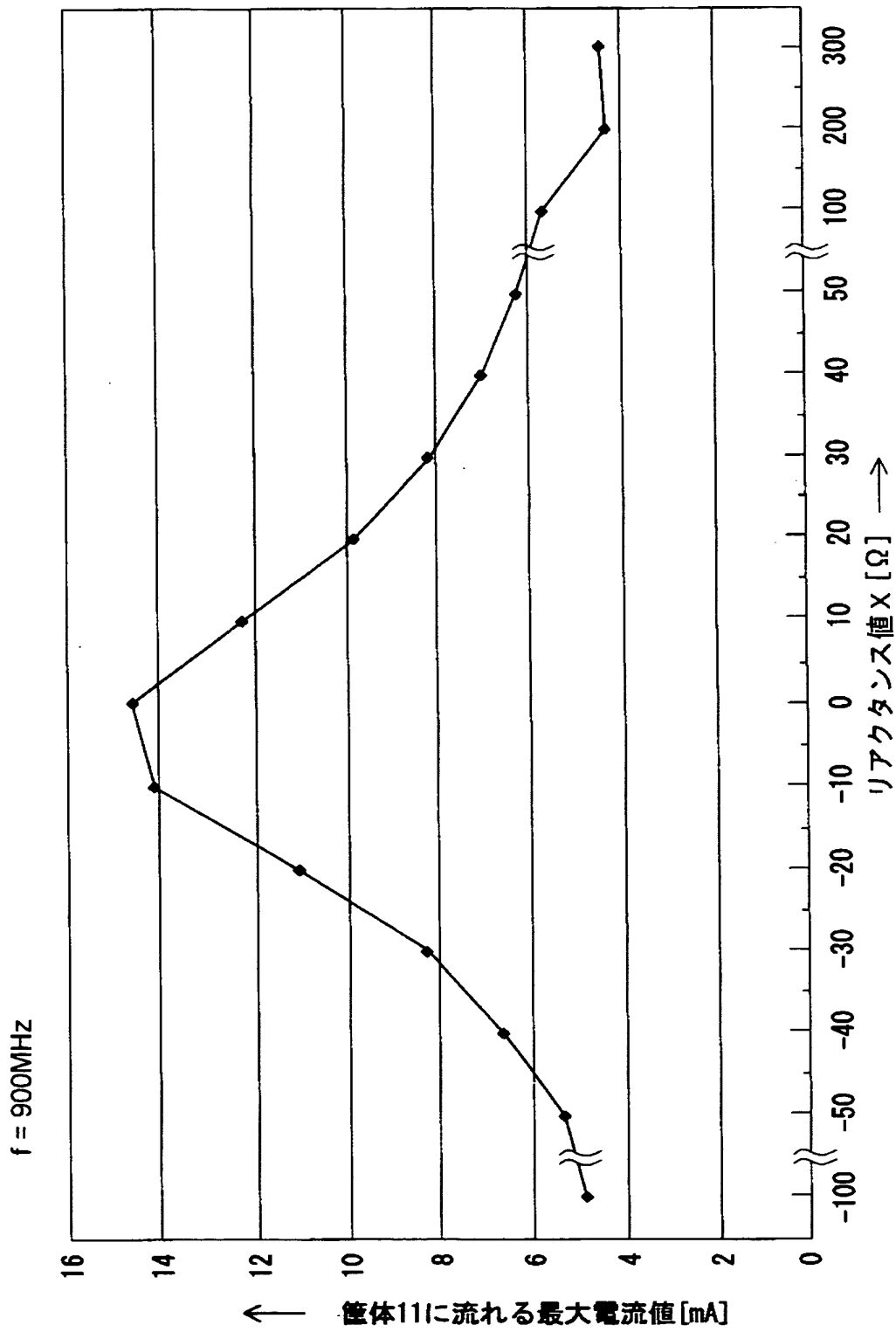
f=900MHz



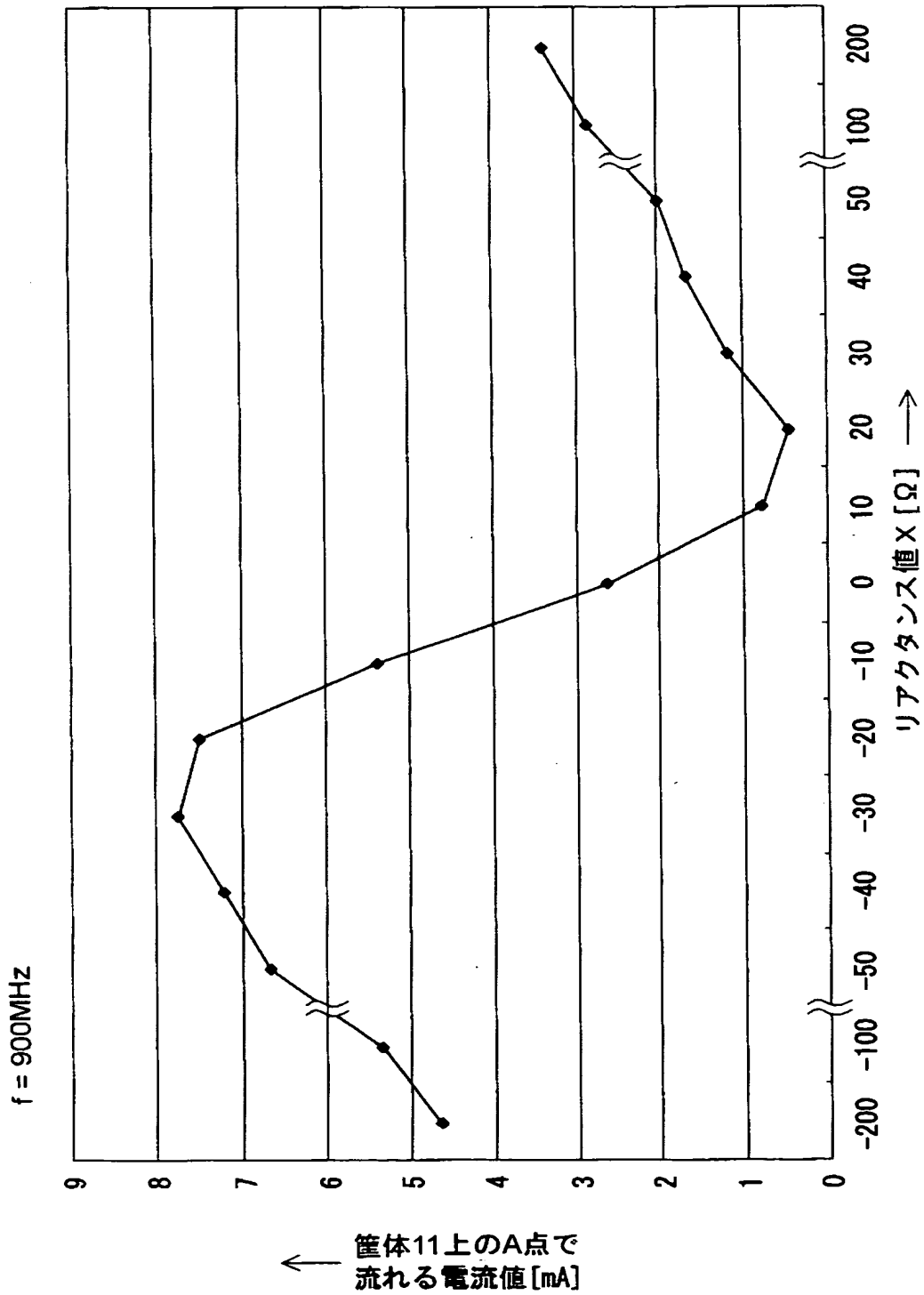
【図 4】



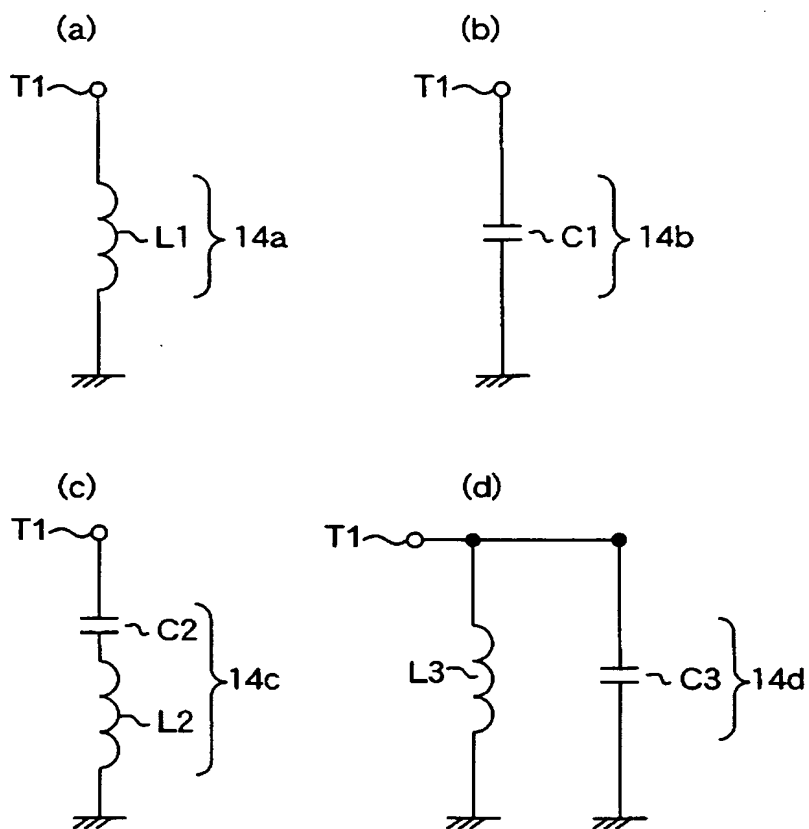
【図 5】



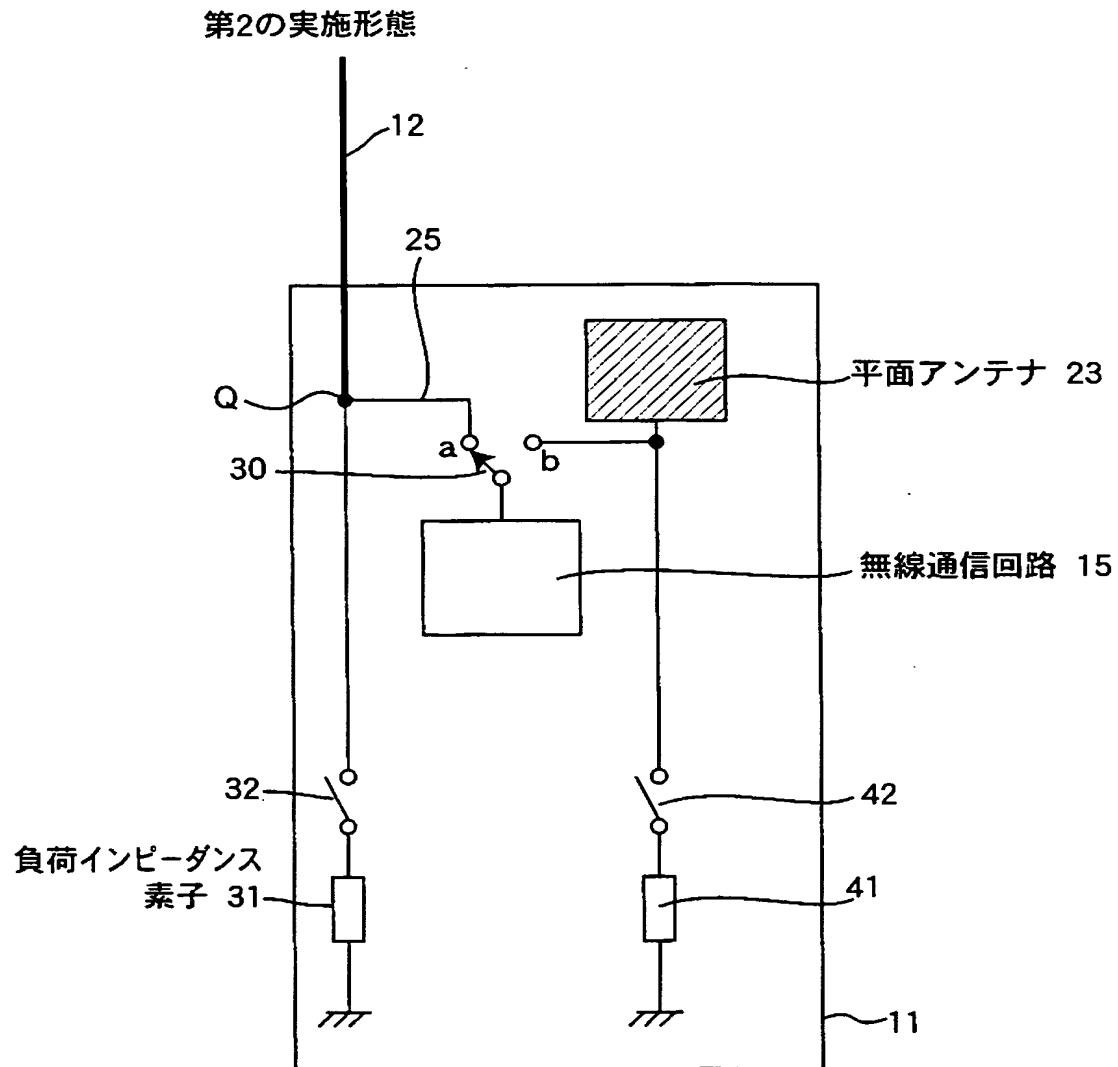
【図6】



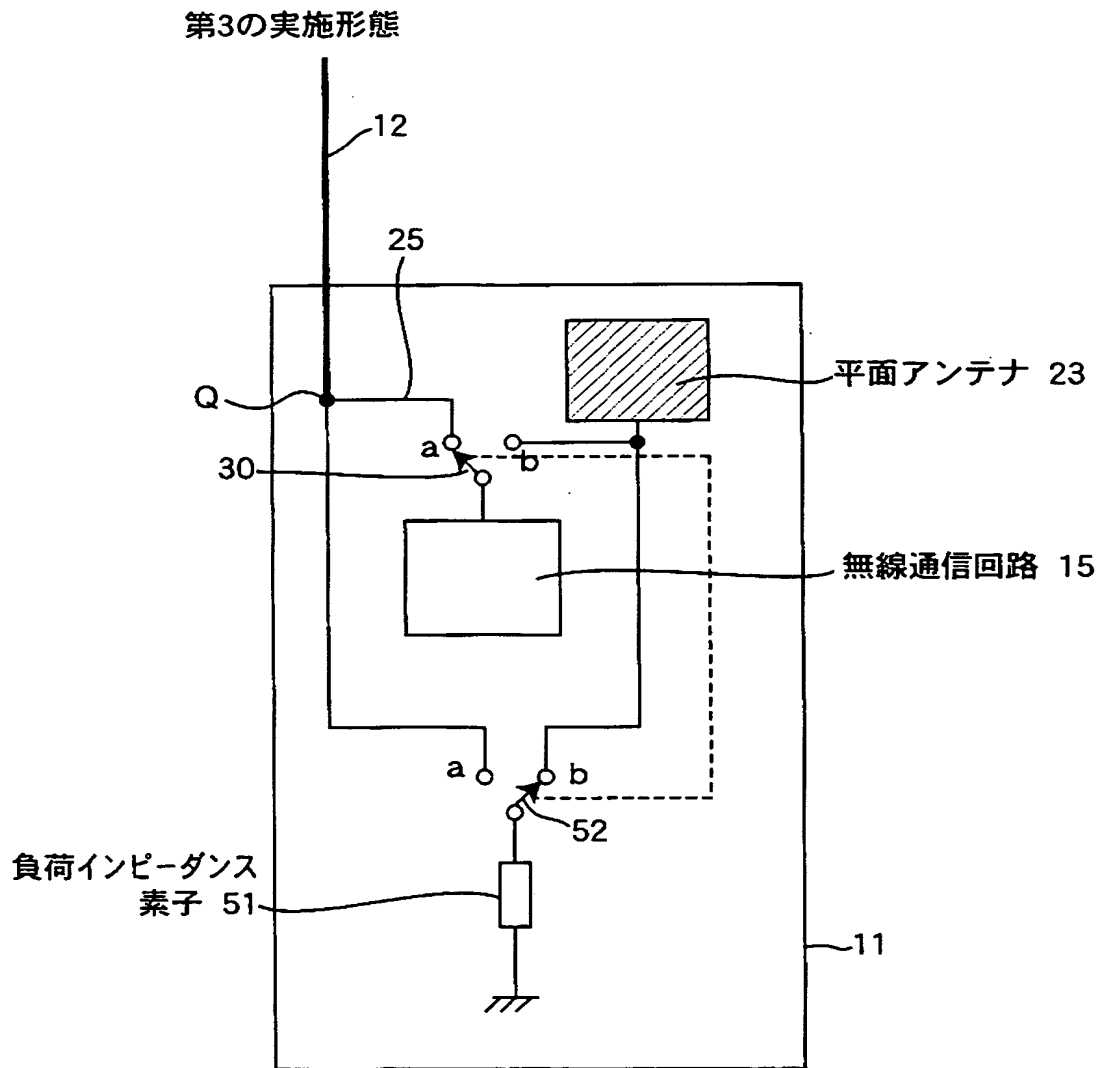
【図 7】



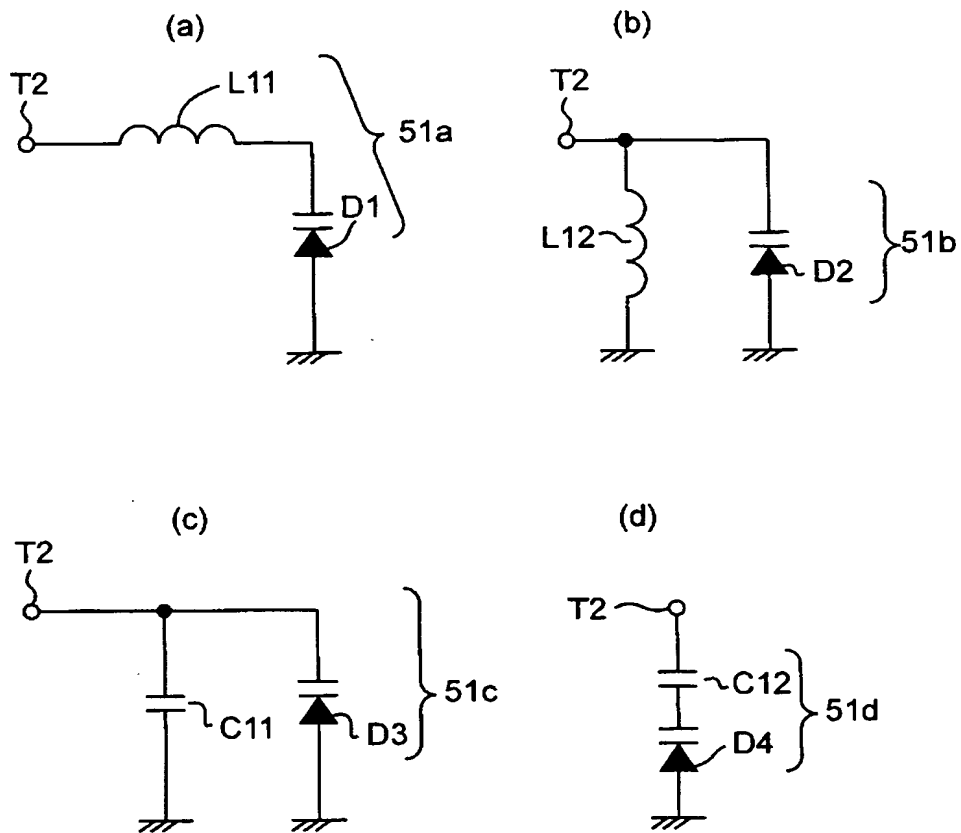
【図 8】



【図 9】

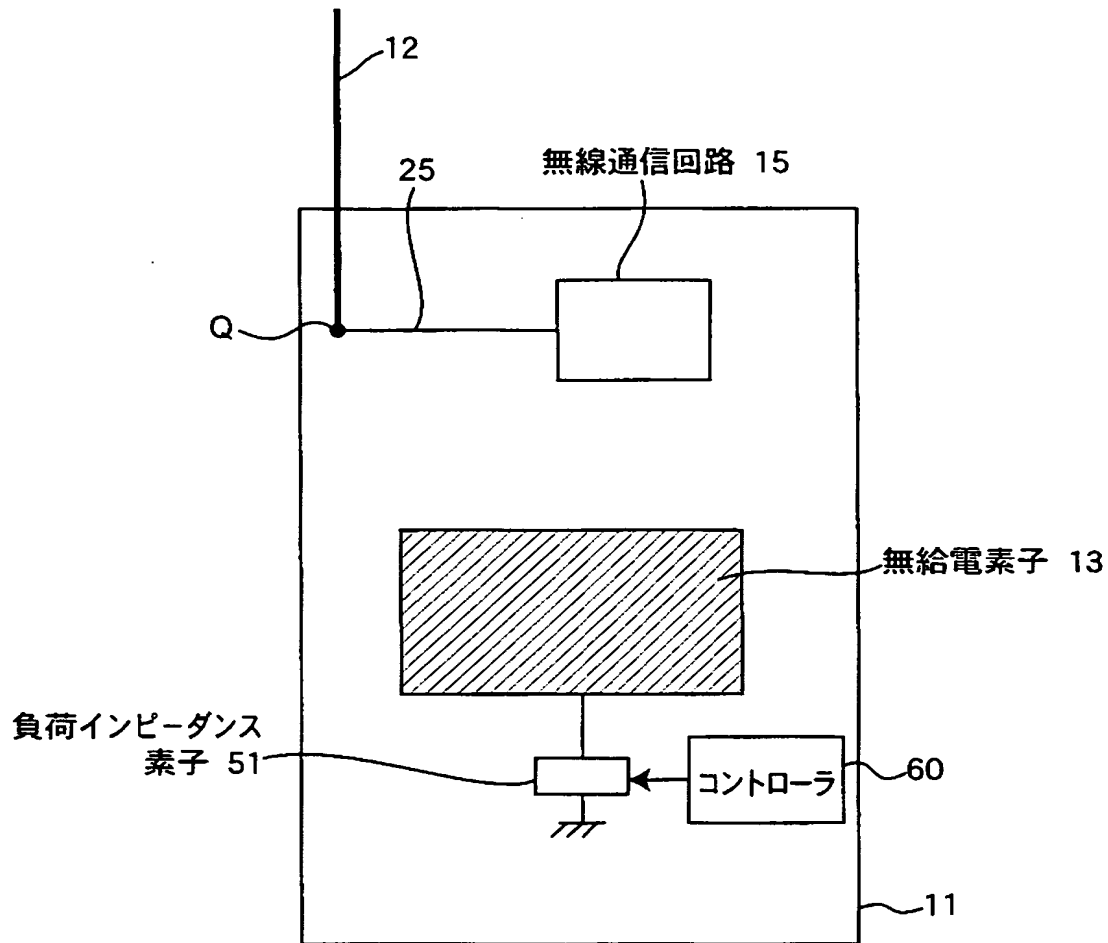


【図 10】



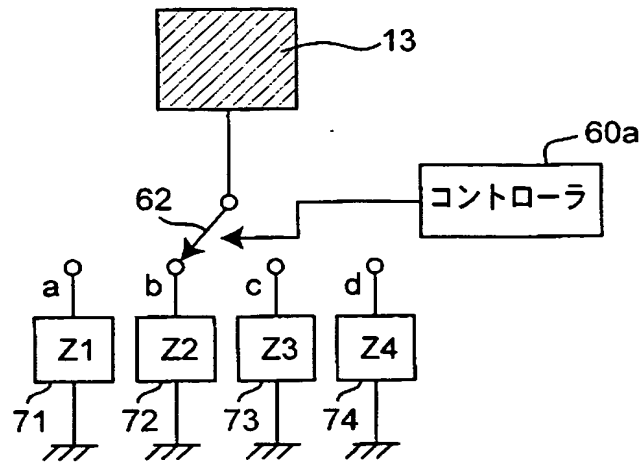
【図 11】

第 4 の実施形態

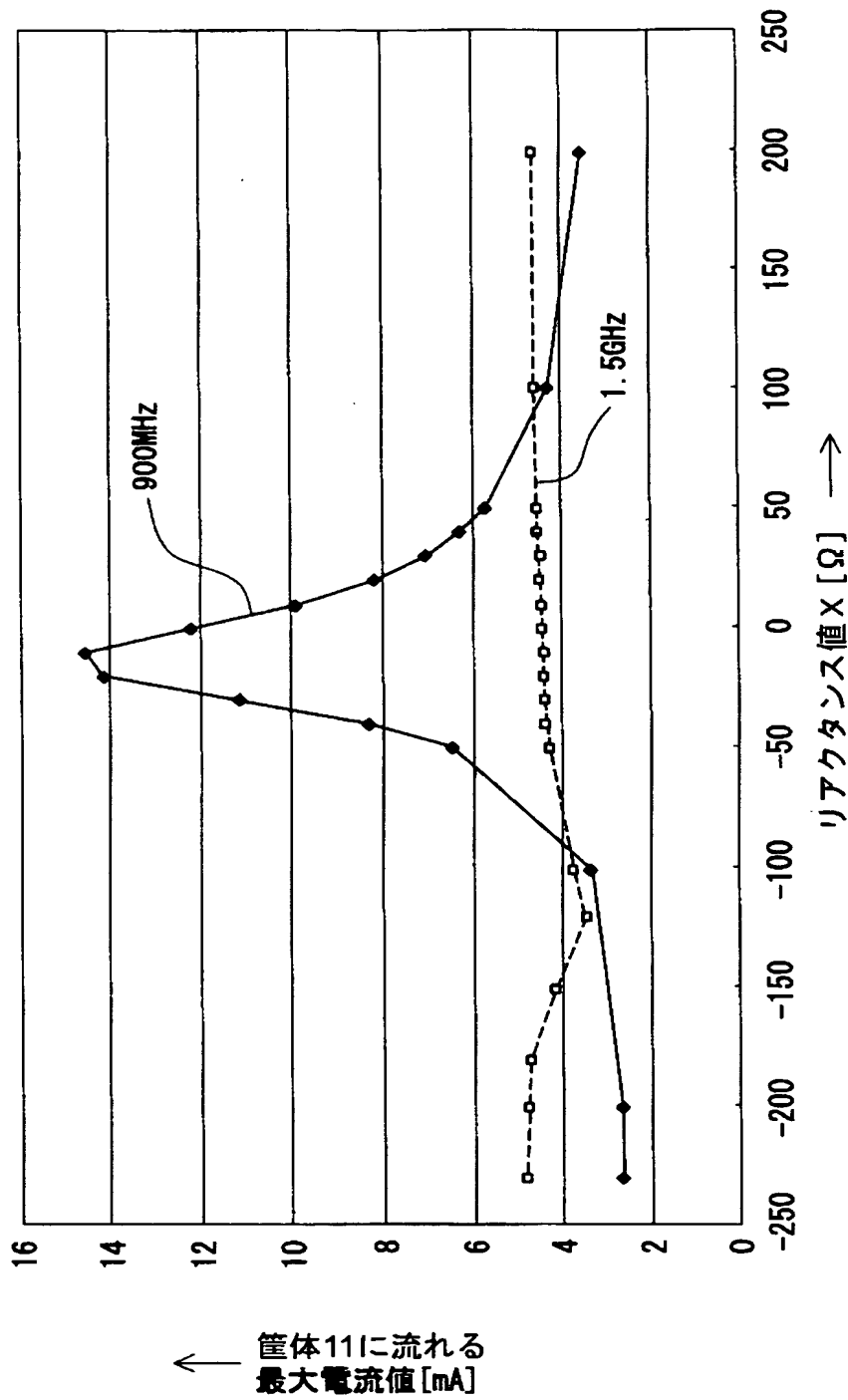


【図 12】

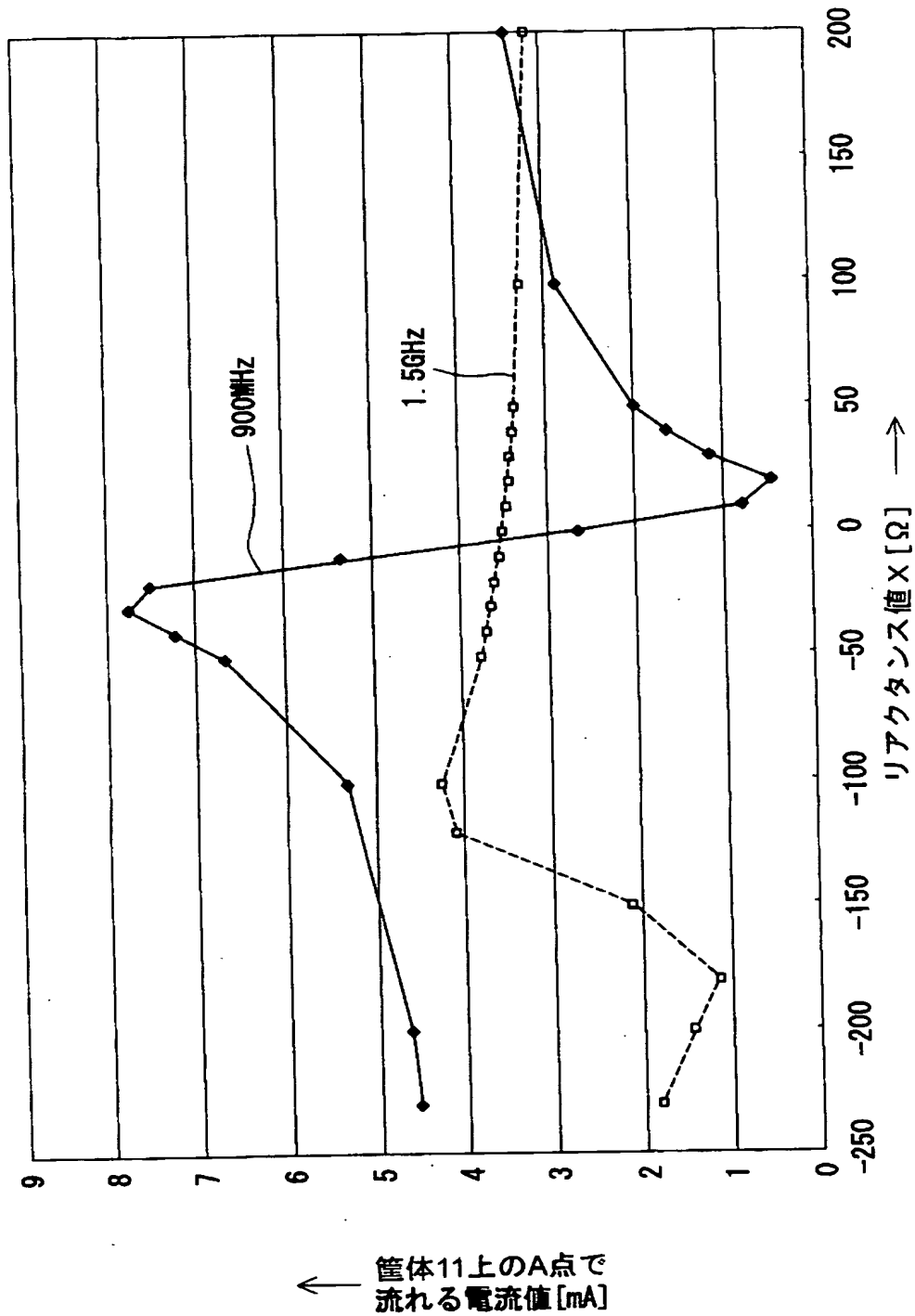
第4の実施形態の変形例



【図 14】

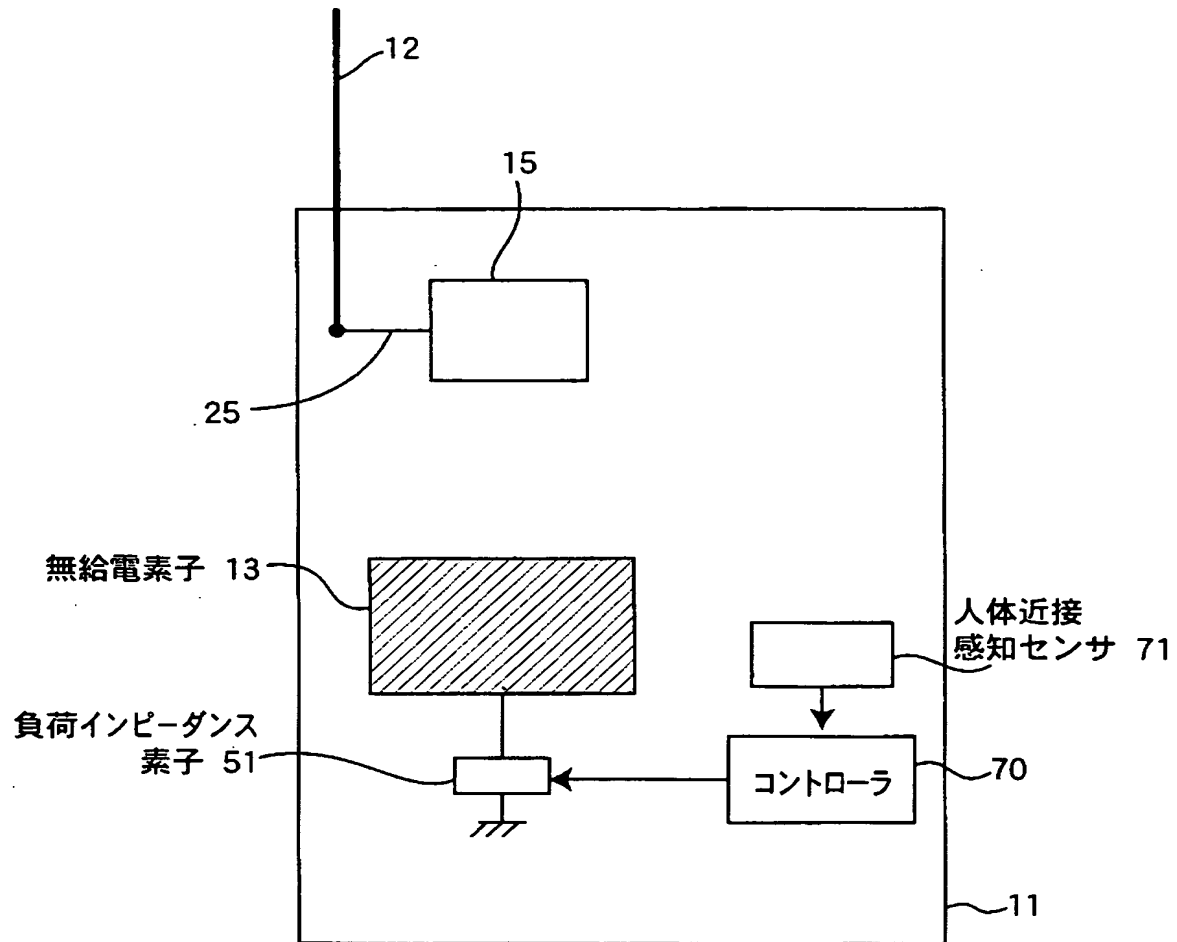


【図 15】



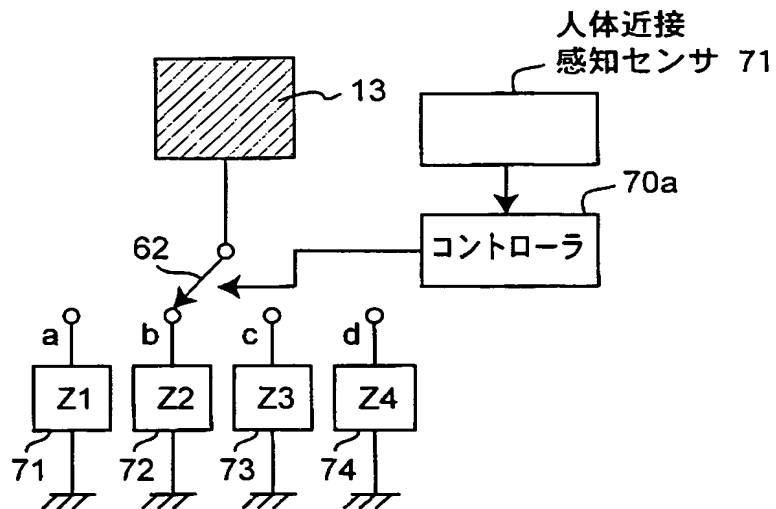
【図 16】

第5の実施形態

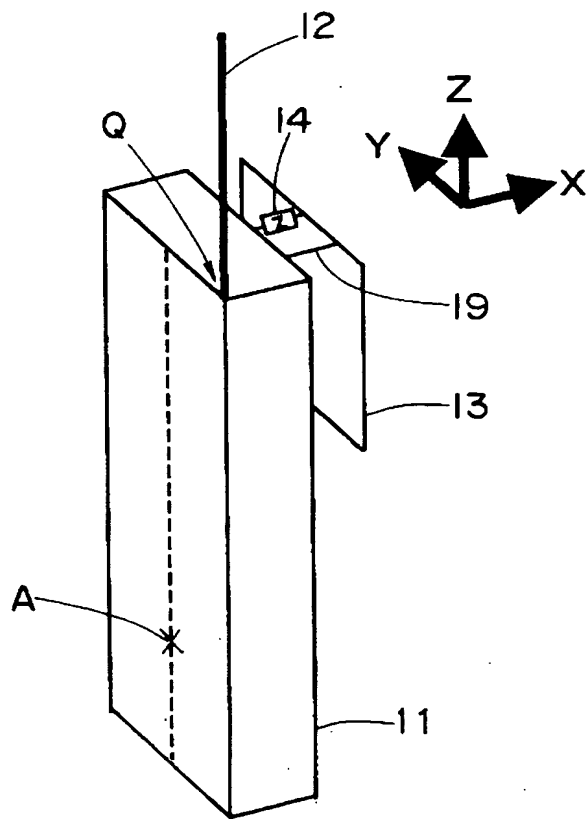


【図 17】

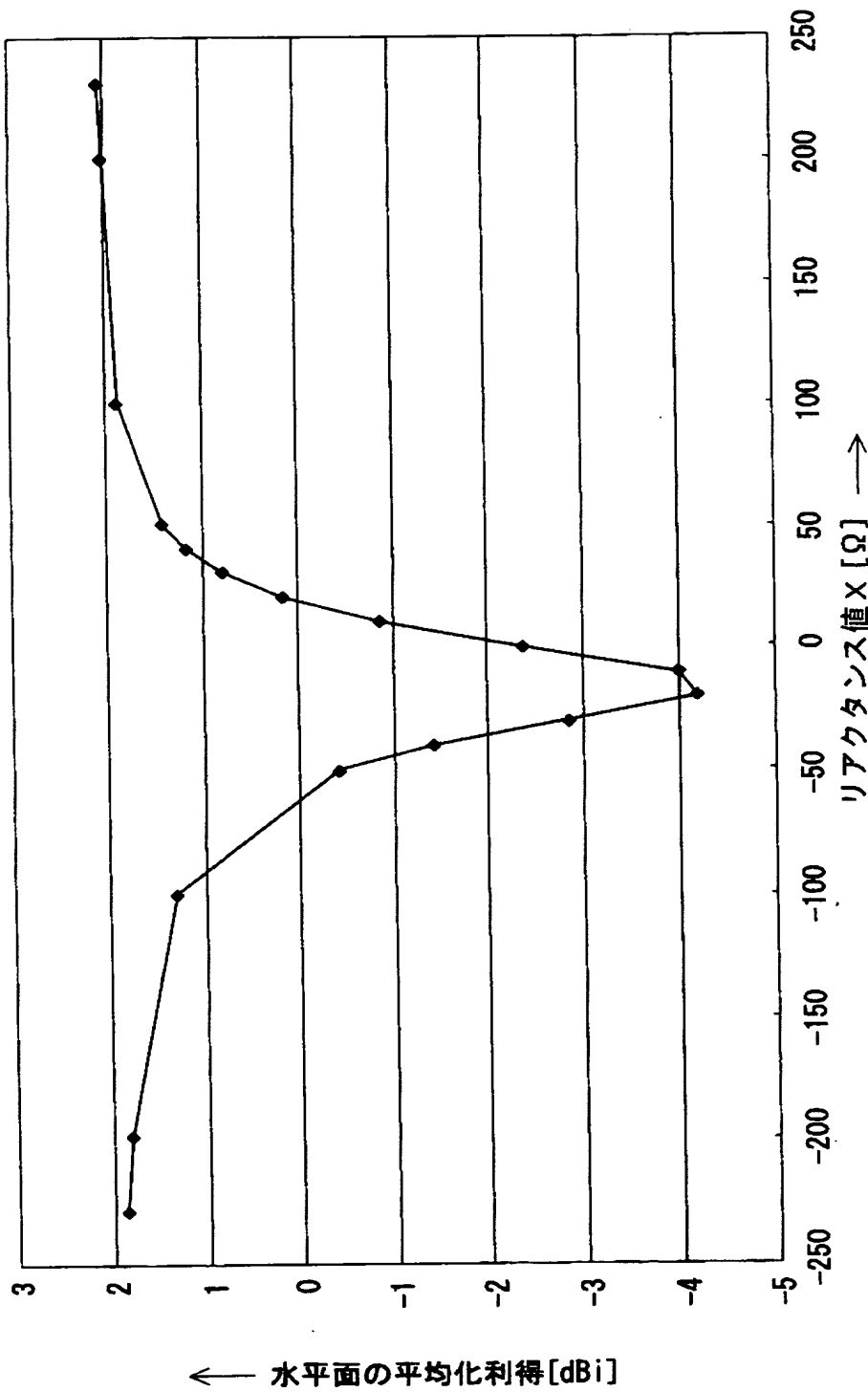
第5の実施形態の変形例



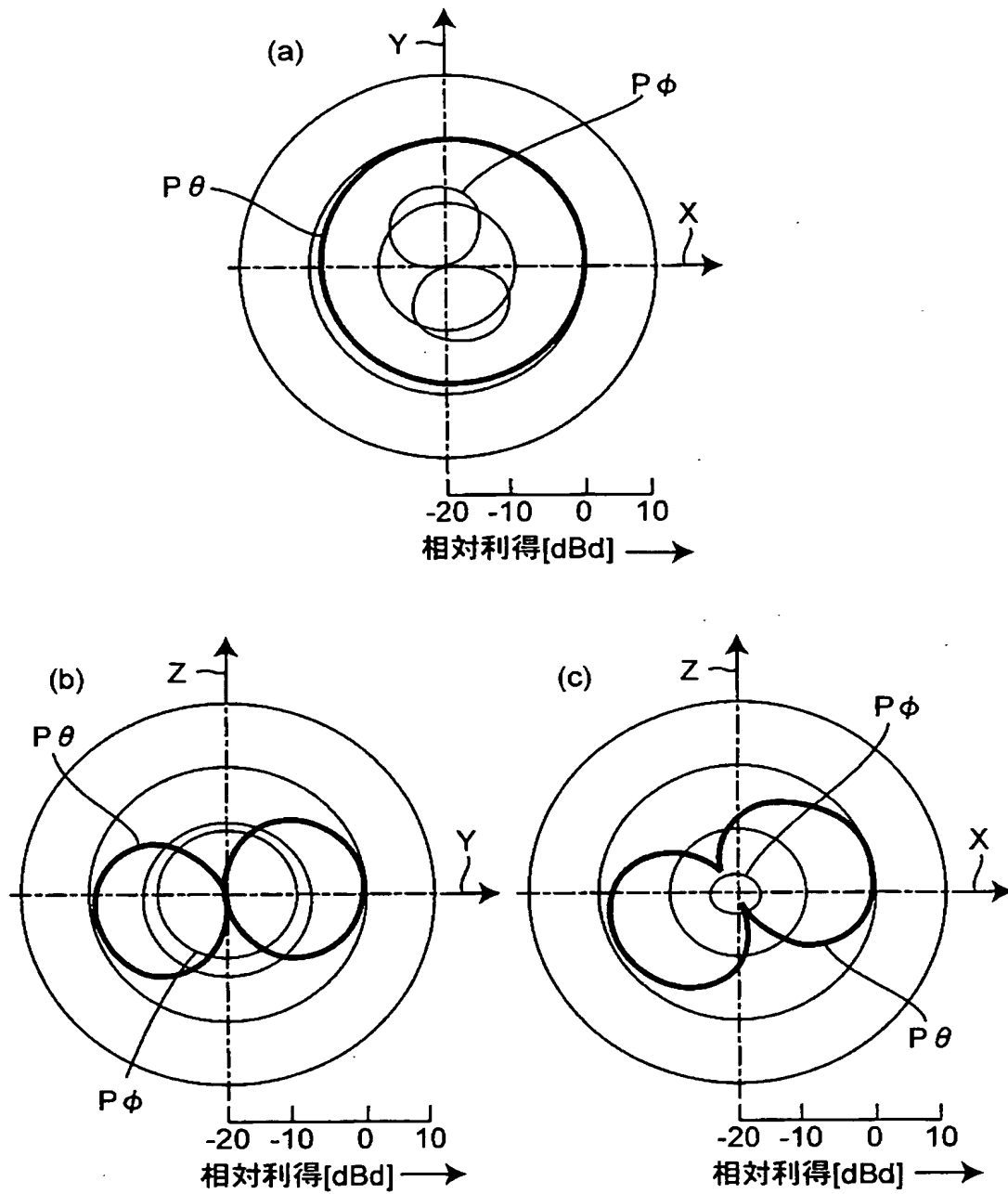
【図 18】



【図19】

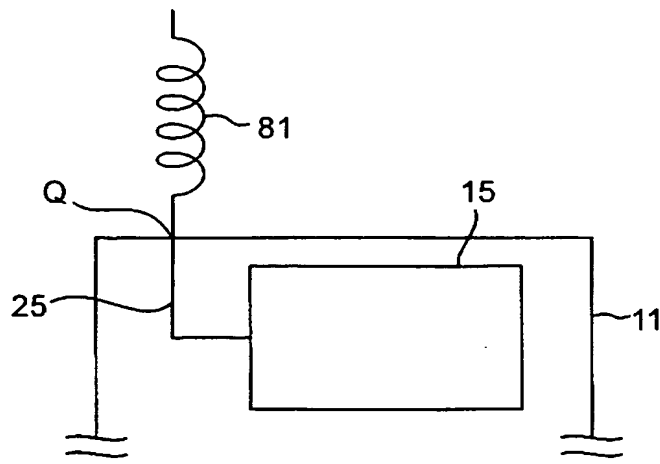


【図 20】

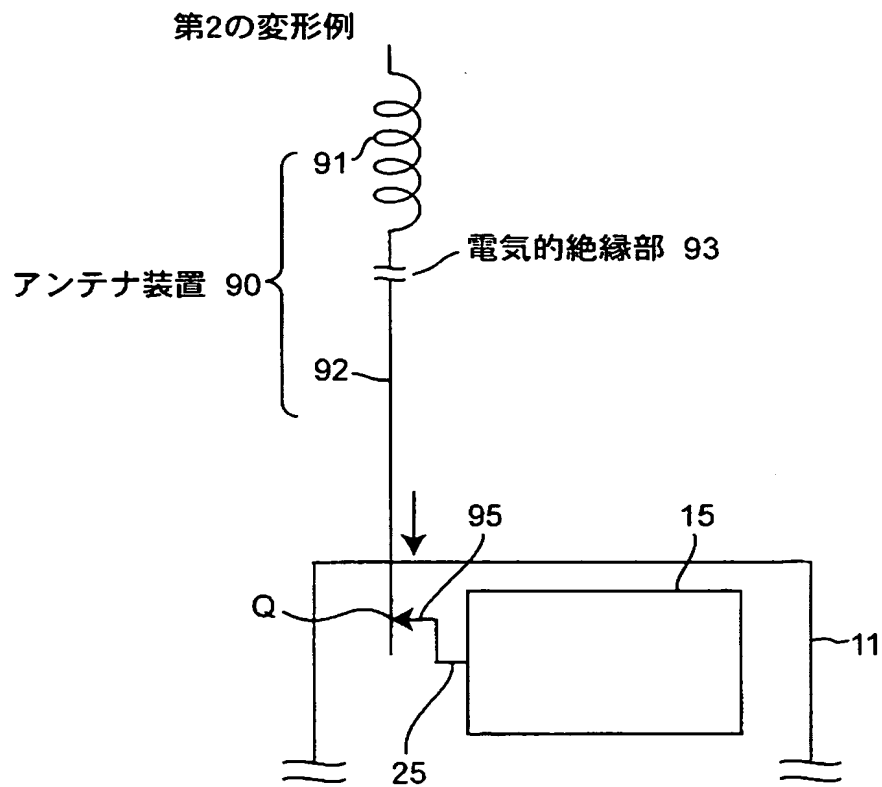


【図 21】

第 1 の変形例

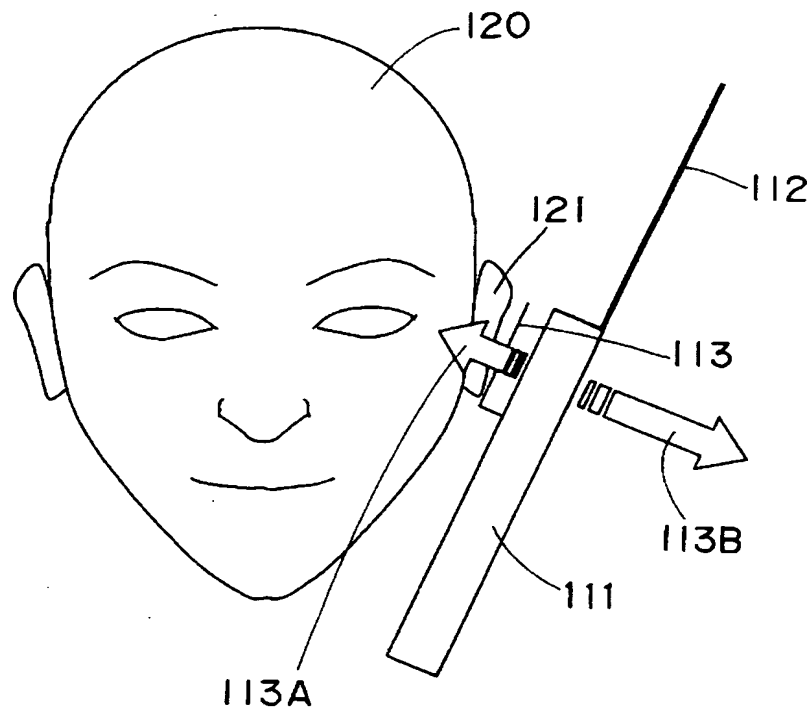


【図 2 2】



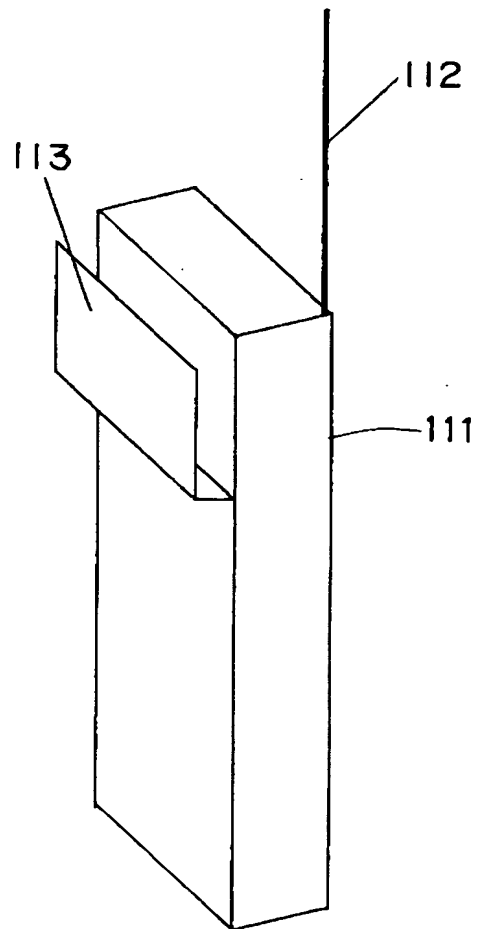
【図 23】

従来技術



【図 24】

従来技術



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構造で、SARを低減するアンテナとそれを用いた無線通信装置を提供する。

【解決手段】 無線信号を送受信する無線通信回路15に接続されたホイップアンテナ12を備えた無線通信装置において、導体板である無給電素子13は、無線通信装置を使用する人体と、無線通信装置の筐体11との間に設けられる。また、負荷インピーダンス素子14は、無給電素子13と筐体11の接地との間に接続される。さらに、無線通信装置の送信時において筐体11に流れる電流値を所定値以下となるように負荷インピーダンス素子14の素子値を設定し又は制御することにより、比吸収率（SAR）を所定値以下となるように設定し又は制御する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 1 3 8 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社